

Sosiaaliset robotit opetuksen tukena

Robotin aktiiviseen opetuskäyttöön johtaneen prosessin jäljittäminen

Helsingin yliopisto
Valtiotieteellinen tiedekunta
Sosiaalitieteiden laitos
Pro gradu -tutkielma
Sosiaalipsykologia
Marraskuu 2019
Rosa Smolander

Ohjaaja: Inga Jasinkaja-Lahti



HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

Tiedekunta/Osasto – Fakultet/Sektion – Faculty Valtiotieteellinen tiedekunta		Laitos – Institution – Department Sosiaalitieteiden laitos	
Tekijä – Författare – Author Rosa Maaria Smolander			
Työn nimi – Arbetets titel – Title Sosiaaliset robotit opetuksen tukena – Robotin aktiiviseen opetuskäyttöön johtaneen prosessin jäljittäminen			
Oppiaine – Läroämne – Subject Sosiaalipsykologia			
Työn laji – Arbetets art – Level Pro gradu -tutkielma		Aika – Datum – Month and year 11/2019	Sivumäärä – Sidoantal – Number of pages 87
Tiivistelmä – Referat – Abstract <p>Opetuksessa käytettävät robotit ovat alkaneet ilmestyä koulutussektorille hyvää vauhtia viimeisen vuosikymmenen aikana, mutta tutkimus opetusrobottien käytöstä on vielä vähäistä. Tämä tutkimus valottaa uusien opetusrobottien käyttöönottoa selittäviä prosesseja ja kasvattaa ymmärrystä mahdollisista uusien opetusteknologioiden käyttöä edistävästä tekijöistä. Tutkimus selvittää, mitkä tekijät ja prosessit ovat johtaneet siihen, että opettaja on alkanut käyttää uutta opetusrobottia aktiivisesti sen jälkeen, kun hän on tutustunut opetusrobottiin Tampereen yliopiston Opetusrobottien käyttäjäkokemus -pilottitutkimuksessa. Tämä tutkimus tarkastelee erityisesti sitä, minkälainen rooli opettajan omilla henkilökohtaisilla piirteillä, opettajan robottia koskevilla arvioilla sekä sosiaalisilla- ja robotin käyttöä fasilitoivilla tekijöillä on robotin käytössä. Tutkimus testaa robotin aktiiviseen käyttöön johtanutta prosessia kolmella hypoteesilla. Tutkimuksen päähypoteesi on jaettu viiteen erilliseen prosessivaiheeseen, jotka korostavat opettajan henkilökohtaisia piirteiden merkitystä robotin aktiivisen käytön määrittäjinä. Tutkimuksen vaihtoehtoinen hypoteesi 1 puolestaan selittää robotin aktiivista käyttöä robotin teknisen toimivuuden kautta, toisen vaihtoehtoisen hypoteesin korostaessa fasilitoivia tekijöitä. Hypoteesit koskevat kyseisen pilottitutkimuksen lopputulemaan selittäviä tekijöitä, eikä tutkimuksen tuloksista tehdä tutkimuksen ulkopuolelle sovellettavia johtopäätöksiä opetusrobottien käyttöönotosta.</p> <p>Tutkimuksen aineisto pohjautuu Tampereen yliopiston vuonna 2018 toteuttamaan Opetusrobottien käyttäjäkokemukset -pilottitutkimukseen. Tutkimuksen aineisto muodostuu yhden pilottitutkimukseen osallistuneen opettajan käyttäjäkokemusta koskevasta päiväkirja-aineistosta, opettajalle toteutetusta loppuhaastattelusta, opettajan robotin käyttöä edeltäneestä (engl. pre-test), käytön aikana täytetystä sekä tutkimuksen päätyttyä toteutetusta (engl. post-test) kyselystä, hankkeen tutkijoilta sähköpostitse kerätyistä tiedoista sekä muilta tutkimukseen osallistuneilta opettajilta kerätyistä kyselyistä ja haastatteluista.</p> <p>Aineisto on analysoitu kolmella prosessin jäljittämisen menetelmän (engl. process tracing) testillä. Käytetyt testit ovat renkaan läpäisy -testi, savuava ase -testi sekä epäilemättä ratkaiseva -testi. Vain tutkimuksen päähypoteesi sekä vaihtoehtoinen hypoteesi 2, läpäisevät niille asetetut renkaan läpäisy -testit ja näin etenevät seuraaviin testeihin. Osa päähypoteesin vaiheista läpäisee savuava ase -testin, vaihtoehtoisen hypoteesi 2:n epäonnistuessa kyseisessä testissä. Päähypoteesi läpäisee kokonaisuudessaan viimeisen epäilemättä ratkaiseva -testin, mutta ei kumoa fasilitoivien tekijöiden mahdollista merkitystä robotin aktiivista käyttöä määrittävänä tekijänä. Päähypoteesin mukainen prosessi robotin aktiiviseen käyttöön johtaneesta tekijöistä jää voimaan sivuhuomiolla, jonka mukaan fasilitoivat tekijät saattavat olla merkityksellinen robotin aktiivista käyttöä määrittävän prosessin vaihe.</p> <p>Päähypoteesin mukaisesti voidaan todeta että, opettajan hyvien teknologisten valmiuksien mukaiset piirteet ovat olleet välttämättömiä robotin aktiiviselle käytölle. Opettajan piirteisiin nojaavat myönteiset robottia koskevat arviot ovat vähentäneet hänen riippuvuuttaan käyttöä fasilitoivista tekijöistä ja sosiaalisten tekijöiden merkityksen, mikä on mahdollistanut robotin aktiivista käyttöä koskevan toiminta-aikomuksen muodostamisen ja robotin aktiivisen käytön pilottitutkimuksen päätyttyä.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords sosiaalinen robotiikka, teknologiset valmiudet, käyttäytyminen, teknologian hyväksymisen ja käytön yhtenäinen teoria, prosessin jäljittäminen			

Esipuhe

Edessäsi oleva sosiaalipsykologian pro gradu -tutkielma “Sosiaaliset robotit opetuksen tukena - Robotin aktiiviseen opetuskäyttöön johtaneen prosessin jäljittäminen”, on kokeileva prosessitutkimus, joka tarkastelee opetusrobotteihin tutustuvan opettajan kokemuksia ja toimintaa. Tutkielma on kirjoitettu Helsingin Yliopiston valtiotieteellisessä tiedekunnassa vuoden 2019 aikana. Tutkimus on toteutettu osana Tampereen yliopiston ja Tampereen kaupungin Smart Tampere Digiohjelman toteuttamaa Opetusrobottien käyttäjäkokemus -pilottitutkimusta.

Pro gradu -tutkielman toteutetusta ovat tukeneet tutkimusta ohjannut Helsingin yliopiston sosiaalipsykologian professori ja tieteenalavastaava Inga Jasinkaja-Lahti sekä Tampereen yliopiston sosiaalisen robotiikan tutkija sekä yliopistonlehtori Aino Ahtinen. Haluaisin sydämeni pohjasta kiittää Jasinkaja-Lahtea ja Ahtista heidän ihailtavan avoimesta, kannustavasta ja rohkeasta suhtautumisesta totuttuja yliopisto-, tieteenala- ja metodirajoja rikkovaan tutkielmaani sekä kaikesta käytännön tuesta ja neuvonnasta, jota he antoivat minulle tämän prosessin aikana.

Haluan myös kiittää keväistä ja syksyistä seminaariryhmääni sekä pilottitutkimukseen osallistuneen koulun henkilökuntaa. Minulle on ollut suuri etu, että olen saanut vaihtaa tutkimukseen liittyviä ajatuksia seminaariryhmäni kanssa ja olen ollut otettu tuesta ja neuvoista, jota olen ryhmiltäni saanut. Pilottitutkimukseen osallistuneen koulun henkilökuntaa puolestaan haluan kiittää heidän myönteisestä suostumuksestaan Ahtisen välittämään tutkimusentoteutus- ja aineistonluovutus-pyyntöni, mikä mahdollisti koko tutkimuksen toteutuksen.

Toivottavasti nautit työni lukemisesta!

Rosa Smolander

Helsinki, 09.11.2019

Sisällysluettelo

1. JOHDANTO	1
1.1. DIGITALISAATION JALKAUTUMINEN KOULUTUSSEKTORILLE	1
1.2. OPETTAJAT ROBOTTIEN KÄYTTÖÖNOTTAJINA	2
2. TUTKITTAVA TAPAUS	5
2.1. OPETTAJEN HALUKKUUS KÄYTTÄÄ ROBOTIA PILOTTIHAKKEEN PÄÄTTYTTYÄ.....	6
2.2. TUTKITTAVAN TILANTEEN TAUSTA	7
3. KIRJALLISUUSKATSAUS.....	7
3.1 KÄYTTÄYTYMISEN ENNUSTAMINEN JA SEN MUUTOS.....	7
3.2. TEKNOLOGIAN HYVÄKSYMISEN JA KÄYTÖN YHTENÄINEN TEORIA	10
3.3. TEKNOLOGISET VALMIUDET UUTENA KÄYTTÄYTYMISTÄ SELITTÄVÄNÄ TEKIJÄNÄ.....	14
4. YKSITTÄISTEN TAPAUSTEN TUTKIMUS JA PROSESSIN JÄLJITTÄMINEN	16
5. TUTKIMUSHYPOTEESIT	19
5.1. TUTKIMUKSEN PÄÄHYPOTEESI: OPETTAJAN TEKNOLOGISET VALMIUDET ROBOTIN KÄYTÖN EDELLYTYKSENÄ	20
5.2. VAIHTOEHTOISET TUTKIMUSHYPOTEESIT	25
6. TUTKIMUSAINESTO JA ANALYYSIMENETELMÄ	28
6.1. AINEISTON KERUU	28
6.2. TUTKIMUSAINESTOT	30
6.3. PROSESSIN JÄLJITTÄMISEN ANALYYSI.....	32
6.3.1. Päähypoteesin operationalisointi.....	33
6.3.2. Vaihtoehtoisten hypoteesien operationalisointi.....	39
6.4. ERI HYPOTEESIEN TESTAUS	40
6.4.1. Renkaan läpäisy -testi	41
6.4.2. Savuava ase -testi.....	42
6.4.3. Epäilemättä ratkaiseva -testi	44
7.TULOKSET	45
7.1. RENKAAN LÄPÄISY -TESTI	45
7.1.1. Päähypoteesin välttämättömät reunaehdot.....	45
7.1.2. Vaihtoehtoisten hypoteesien välttämättömät reunaehdot.....	54
7.2. SAVUAVA ASE -TESTI	55
7.2.1. Päähypoteesia vahvistavat uniikit havainnot.....	56
7.2.2. Vaihtoehtoista hypoteesia vahvistavat uniikit havainnot	63
7.3. EPÄILEMÄTTÄ RATKASEVA -TESTI	65
8. JOHTOPÄÄTÖKSET.....	68
9. POHDINTA.....	71
LÄHTEET	80

1. Johdanto

1.1.Digitalisaation jalkautuminen koulutussektorille

Tämänhetkisessä koulutussektoria koskevissa selvityksissä ja strategiavalmisteluissa näkyy selkeästi koko yhteiskuntaa voimakkaasti läpileikkaava digitalisaation muutosaalto. Koulutuskenttää halutaan modernisoida, siellä olevien toimijoiden digitaitoja halutaan parantaa ja kouluihin aletaan vähitellen jalkauttaa uusia digitaalisia työkaluja (Karakainen, ym., 2017). Alkuvuodesta julkaistussa Opetushallituksen perusopetuksen digitalisaation suuntaviivoissa näkyikin mm. monipuolisten digitaalisten opetusvälineiden ja laitteiden käyttöönottoa sekä opetukseen soveltuvien teknologisten innovaatioiden kehityksen tukemista (Tanhua-Piironen, ym., 2019). Uudet teknologiset innovaatiot ovat siis koulutussektorin kehityksen keskiössä, minkä vuoksi tarve teknologioiden käyttöönottoon liittyvälle tutkimukselle on suuri. Koulutusjärjestelmää tulee uudistaa niin, että se tarjoaa lapsille ja nuorille välineitä ja valmiuksia toimia yhteiskunnassa, jonka toiminta on enenevissä määrin teknologisesti tuettua. Tämä tarkoittaa erilaisten sovellusten käytön, nopean tiedonhakuun valmentamisen ja älykkään opetuksen kustomoinnin lisäksi myös uusien opetusteknologioiden kuten opetusrobottien käyttöä.

Vaikka robotit ovat suomalaisten koulujen arjessa vielä hyvin harvinainen näky, globaalisti kasvava sosiaalisia opetusrobotteja koskevan tutkimuksen määrä kuitenkin kertoo, että robotiikan muutosaalto on todennäköisesti tulossa ajan myötä myös Suomeen. Sosiaalisten robottien ensisijainen tarkoitus on olla vuorovaikutuksessa ihmisen kanssa, niitä käytetään aina ihmisen ohjauksen avustamana, ja ne ovat ohjelmoitu noudattamaan parhaansa mukaan ihmisten normeja joko täysin autonomisesti tai puoliautonomisesti. Virtuaalisessa verkkovuorovaikutuksessa kuten chat-toiminnoissa hyödynnetyistä roboteista poiketen, sosiaalisilla roboteilla on fyysinen keho ja ne ovat vuorovaikutustilanteissa läsnä ja kosketeltavissa. Tämän tyyppisten sosiaalisten robottien käyttöä kouluissa tutkitaan jo ympäri maailmaa erityisesti tietokonetaitojen, tiedeaineiden sekä kielten opetuksessa (Mubin, ym., 2013). Opetukseen suunniteltuja sosiaalisia robotteja voidaan pitää uutena uniikkina oppimisen työkaluna, joka mahdollistaa uudenlaisia käytännönläheisiä ja kiinnostavia, oppilaan uteliaisuutta ruokkivia opetuksen

muotoja (Eguchi, 2010). Sosiaalisten robottien onkin havaittu esimerkiksi lisäävän lasten kiinnostusta ja motivaatiota opiskella (Chin, ym., 2014), vähentävän opiskeltavaan aiheeseen liittyvää ahdistusta ja negatiivisia asenteita (Alemi, ym., 2015) sekä lisäävän oppilaiden vuorovaikutusta ja ryhmätyötaitoja (Chang, ym., 2010; Varney, ym., 2012; Eguchi, 2014). Opetukseen suunniteltujen robottien arvioinnissa tulee myös ottaa huomioon robottien edustama arvokas konstruktivistinen lähestymistapa oppimiseen. Opetusrobotiikan taustalla vaikuttavan Piagen (1988) ajatusten mukaisesti ympäristön ja artefaktien muokkaus ovat avainasemassa lapsen oppimiselle. Tämän konstruktivistinen oppimisen muodon voidaan katsoa toteutuvan erityisen hyvin tilanteessa, jossa lapsi on aktiivisesti läsnä luomassa uusia toimintoja, kokeiluja ja lopputulemia teknologisesti välittyneessä ympäristössä esimerkiksi robottien avulla (Papert, 1980.) Koska robottien voidaan todeta pitävän sisällään valtavaa potentiaalia motivoivana ja tehokkaana uutena opetuksen työkaluna, niiden pedagogisen merkityksen voidaan olettaa tulevaisuudessa vain kasvavan.

Opetuksessa käytettävien robottien nykytutkimuksessa voidaan havaita myös selkeitä puutteita ja kehityksen kohteita. Iso osa robotin käyttöön tähtäävistä kokeiluista on toteutettu normaalin luokkatoiminnan ulkopuolella, esimerkiksi koulun jälkeen tapahtuvan vapaaehtoistoiminnan aikana. Luokkatilanteissa tapahtuvan robotin käytön haasteena onkin sovittaa robotti osaksi normaalia luokan toimintaa sen käytön aikaa vievän luonteen ja opettajalta vaaditun haastavamman opetustyöhön liittyvän koordinoinnin takia. Myös opettajien robotteihin liittyvät stereotypiat robotin käytön haasteista ja opettajien sukupuolittuneet näkemykset oppilaista robottien käyttäjinä lisäävät haasteita robotin tehokkaaseen käyttöönottoon (Alimisis, 2013.)

1.2. Opettajat robottien käyttöönottajina

Suuri osa tähän mennessä tehdystä tutkimuksesta keskittyy vielä paljolti eri robottien käyttömahdollisuuksien kartoittamiseen ja robotteihin kohdistuvan vuorovaikutuksen tarkasteluun, eikä ymmärrystä robottien käytöstä vastaavan opettajan roolista ole kartoitettu vielä tarpeeksi (Mubin, ym., 2013). Sosiaaliset robotit ovat uusia opetukseen sovellettavia innovaatioita, jotka tukevat käyttäjiensä oppimista tilanteissa, joissa robottien käyttö on sidottu toimivalla tavalla osaksi oppilaiden arkea ja opetustilanteita

(Alimisis, 2013). Robotteja tulisikin tarkastella nimenomaan uudenlaisina opetusvälineinä, joiden potentiaaliset hyödyt palaavat robottien onnistuneeseen käyttöönottoon. Tämänhetkiset vähäiset opettajiin kohdistuvat tutkimukset lähinnä kartoittavat joko opettajien näkemyksiä robottien käyttömahdollisuuksista tai mittaavat heidän asenteitaan robotteja kohtaan yksittäisillä kyselyillä. Asenteella tarkoitetaan tässä yhteydessä yksilön yleistä ja suhteellisen pysyvää myönteistä tai kielteistä tunnetta, joka kohdistuu tiettyyn henkilöön, kohteeseen tai kysymykseen (Petty & Cacioppo, 1981). Opetusrobotteja koskevien asennekartoitusten mukaan opettajat esimerkiksi kantavat huolta robottien reilusta saatavuudesta, vaikutuksesta luokan normaaliin toimintaan ja lasten vuorovaikutustaitoihin sekä vastuullisesta käytöstä oppilaiden arvioinnissa (Serholt, ym., 2014).

Opettajan robottia koskevan asenteen muutokseen vaikuttavia tekijöitä on tärkeä ymmärtää robottien tehokkaan ja onnistuneen käyttöönoton kannalta. Mikäli kontaktissa muodostetun asenteen ja toiminnan laatuun vaikuttavat tekijät voidaan tunnistaa etukäteen ennen robotin käyttöönottoa, onnistuneeseen uuden opetusvälineen omaksumiseen voidaan varautua paremmin tarjoamalla vaadittavia robotin käyttöhalukkuuteen ja –taitoihin vaikuttavia tukitoimenpiteitä. Opettajan asenteisiin vaikuttavien seikkojen tunnistus on tärkeää myös oppilaiden kannalta. Esimerkiksi aiemmassa tutkimuksessa opettajan oppiainetta koskeva asenteen on todettu pitkällä aikavälillä vaikuttavan myös oppilaan asenteeseen ja menestykseen kyseisen oppiaineen kohdalla (Phillips, 1973). Viimeaikainen opetusteknologioiden tutkimus on myös tuonut esiin, kuinka oppilaan kokemus opettajan toteuttamasta opetuksesta ja tämän opetuksen sopivuudesta oppilaan omaan oppimistyyliin vaikuttaa merkittävästi oppilaan halukkuuteen käyttää verkkopohjaisia oppimistyökaluja (Lin, ym., 2013). Opettajan robotteja koskevan asenteen voidaankin siis uskoa merkityksellisesti vaikuttaa oppilaiden suhtautumiseen robotteihin ja niiden kanssa työskentelyyn. Onnistuneen uusien opetusteknologioiden käyttöönoton kannalta onkin siis ensiarvoisen tärkeää ymmärtää opettajan suhtautumista robottiin mahdollisimman kokonaisvaltaisesti. Viimeaikainen tutkimus on muun muassa tuonut esiin, kuinka opettajan oma henkilökohtainen teknologinen kiinnostus, valmius sijoittaa omaa aikaansa teknologian käyttöön sekä opettajan avoimuus muutokselle ennustavat opettajan myönteistä uusiin teknologioihin suhtautumista ja käyttöhalukkuutta (Reich-Stiebert & Eyssel, 2016).

Opettajien asenteita ja opetustoiminnan muutosta tarkastellessa tulee myös huomioida, kuinka useat empiiriset tutkimukset ovat jo vuosikymmeniä osoittaneet asennemittausten sovellettavuuden hyvin haasteelliseksi. Asennemittausten käyttö lopullista toimintaa määrittävänä tekijänä on hyvin ongelmallista, koska usein oletettu yhteys asenteiden ja tarkastellun käyttäytymisen välillä on hyvin heikkoa eivätkä asenteita ja toimintaa yhdistävät tutkimukset tuota merkityksellisiä tuloksia kuin vain hyvin tarkasti määritellyissä olosuhteissa (Fishbein & Ajzen, 1977). Tähän asenteen ja käyttäytymisen väliseen problematiikkaan viitaten voidaan todeta, että vaikka opettajien asenteita on tutkittu muuhun opetusrobotteihin kohdistuvaan tutkimukseen nähden huomattavan paljon, tieto opetusrobottien käyttöönottoa edistävistä tekijöistä on edelleen vähäistä. Opetusrobottien tutkimuksessa on vielä suuri aukko siinä, missä määrin opettajien asenteet todella vaikuttavat robotin käyttöön, kuinka opettajan asenteet muuttuvat itse robotin käytössä ja mitkä tekijät lisäävät tai vähentävät opettajan todellista robotin käyttöä pitkällä aikavälillä. Tämä tutkielma pyrkii asenteiden tunnistamisen lisäksi vetämään konkreettisia siltoja havaittujen asenteiden ja todellisen käyttäytymisen välille ja näin tunnistamaan spesifit uuden käyttäytymisen oppimiseen vaikuttavat tekijät.

Uusien teknologioiden käyttöön vaikuttavia tekijöitä on tutkittu asenteiden lisäksi kiinnostavalla tavalla myös käyttäjän henkilökohtaisten ominaisuudet kuten henkilökohtaisten piirteiden ja käyttäytymistaipumusten näkökulmasta. Uusien teknologioiden käyttöä vähentäviksi piirteiksi on tunnistettu muun muassa käyttäjän rutiinihakuisuus, emotionaalinen reaktiivisuus, lyhyen aikavälin keskittymiskyky sekä kognitiivinen jäykkyys (Laumer, ym., 2015; Oreg, 2003). Lisäksi yksittäisissä opettajille teetetyissä tutkimuksissa on havaittu muun muassa opettajan tunnepohjaisen ajattelutavan vähentävän opettajan todennäköisyyttä käyttää teknologisia laitteita opetuksessaan (Chambers, ym., 2003).

Pyrin tällä tutkimuksella täydentämään opetusrobottien käytön tutkimusta tarkastelemalla opettajan henkilökohtaisten piirteiden suhdetta opettajan halukkuuteen ottaa robotti aktiiviseksi osaksi omaa opetustyötään. Keskityn tutkimuksessa tarkastelemaan erityisesti, sitä kuinka opettajan henkilökohtaiset piirteet vaikuttavat robottia koskeviin asenteisiin ja minkälainen yhteys opettajan henkilökohtaisilla piirteillä ja asenteilla on robotin tosiasialliseen käyttöön. Tutkimus on toteutettu osana Tampereen yliopiston Ihmiskeskeisen teknologian tutkimusryhmän ja Tampereen kaupungin Smart

Tampere Digiohjelman toteuttamaa Opetusrobottien käyttäjäkokemus -pilottitutkimusta. Esiteltävässä tutkimuksessani selvitin:

1. Mitkä tekijät ovat johtaneet siihen, että opettaja, joka on osallistunut Opetusrobottien käyttäjäkokemus -pilottitutkimukseen, on päättänyt käyttämään opetusrobottia aktiivisesti osana opetustaan pilottitutkimuksen päätyttyä?
2. Minkälainen rooli opettajan henkilökohtaisilla piirteillä on ollut uuden robotin onnistuneessa käyttöönotossa?

Tutkimuksessa ollaan kiinnostuneita kyseisen pilottitutkimuksen tapauskohtaisesta tarkastelusta, eikä uusien teknologioiden käyttöönottamiseen laajalti yleistettävästä tutkimuksesta. Tutkimuksen tarkoitus on ymmärtää pilottitutkimuksen aikana ilmenneitä uuden käyttäytymisen oppimisen prosesseja mahdollisimman tarkasti ja täten samalla valaista tutkimukseen osallistuneen opettajan käyttäytymisen syitä perinteistä kvantitatiivista käyttäytymisen tutkimusta laajemmin ja yksityiskohtaisemmin. Tapauskohtainen tutkimusote on myös omiaan juuri pilottitutkimuksen tarkasteluun tutkimuksen mallin voidessaan mahdollisesti paljastaa kiinnostavia tutkimuskysymyksiä ja teemoja tulevaa tutkimusta varten.

2. Tutkittava tapaus

Tutkielma alkaa tutkittavan tapauksen eli Opetusrobottien käyttäjäkokemus -pilottitutkimuksen lopputuleman esittelyllä. Luku taustoittaa seikkaperäisesti, miltä tutkittava lopputulema näyttää, mistä kokonaisuuksista sen voidaan tulkita koostuvan ja mitä taustoja tutkittavasta tilanteesta tiedetään. Tutkimusraportin perinteisestä rakenteesta poikkeava tutkielman rakenne on olennaista tutkielman metodisen luonteen, prosessin jäljittämisen menetelmän, takia. Tutkimus ei lähde kokeellisesti testaamaan tiettyjä syyseuraus-suhteita tai hakemaan tiettyä aineistoa yleistettävän ilmiön luonteen selittämiseksi tai kuvaamiseksi. Tutkimus alkaa sen sijaan tilanteesta, jossa kiinnostuksen kohteena oleva prosessin lopputulos on valmiiksi tiedossa ja tutkimusta ja sen analyysia

lähdetään rakentamaan käänteisessä järjestyksessä lopputulokseen vaikuttaneiden mekanismien tunnistamisella. Tutkimuksen aloittaminen tutkittavan ilmiön kuvaamisella nostaa tutkittavan ilmiön tutkielman kehykseksi, minkä jälkeen lukija luonnollisesti johdatetaan tätä seuraavaan ilmiön kannalta olennaisen tutkimuskirjallisuuden pariin.

2.1.Opettajien halukkuus käyttää robottia pilottihakkeen päätyttyä

Syksyllä 2018 toteutettuun opetusrobotin käyttöä koskevaan pilottitutkimukseen on osallistunut kolme samaa ikäluokkaa, sukupuolta ja oppilaitosta edustavaa alakoulun luokanopettajaa, joista kenelläkään ei ole ollut merkittävää aiempaa kokemusta robottien kanssa toimimisesta ennen pilottitutkimukseen osallistumista. Pilottitutkimuksen päätyttyä kaksi kolmesta opettajasta on suhtautunut robotin käytön jatkamiseen opetuksessaan varauksellisesti eivätkä heidän suunnitelmansa robotin käytön jatkamisesta ole olleet selkeät ja konkreettiset. Neljä kuukautta pilottitutkimuksen päättymisen jälkeen robotin käyttöä arkailleista opettajista toinen ei ole käyttänyt robottia opetuksessaan kertaakaan ja opettajista toinen on käyttänyt robottia vain harvoin. Kolmas pilottitutkimukseen osallistuneista opettajista on kuitenkin kollegoistaan poiketen suhtautunut erittäin myönteisesti robotin käytön jatkamiseen pilottitutkimuksen päätyttyä ja on ollut innokas hyödyntämään robottia opetuksessaan myös jatkossa. Kyseinen opettaja on myös käyttänyt robottia hyvin aktiivisesti, useita kertoja viikossa pilottitutkimuksen päätyttyä. Tämä tutkimus keskittyy tarkastelemaan tätä muiden opettajien toiminnasta poikkeavaa myönteistä robottiin suhtautumista, aktiivista robotin käyttöä ja kyseiseen myönteiseen lopputulemaan johtaneita prosesseja. Robotin käyttöä koskevalla myönteisellä suhtautumisella ja aktiivisella käytöllä viitataan tutkielmassa robotin käyttöön liittyviin positiivisiin tunteisiin, robotin aktiivista käyttöä koskevaan toiminta-aikomukseen, robotin arkiseen hyödyntämiseen sekä vähäiseen robotin käyttöä koskevien negatiivisten tunteiden määrään. Myönteisesti robotin käyttöön suhtautuva opettaja haluaa ja myös käyttää robottia aktiivisesti opetuksessaan. Negatiivisesti robotin käyttöön suhtautumisella taas tarkoitetaan positiivisen suhtautumisen poissaoloa, eli myönteisten tunteiden sekä aktiivisten toiminta-aikomusten puutetta ja vähäistä robotin käyttöä ja käyttöä koskevien positiivisten tunteiden määrää.

2.2. Tutkittavan tilanteen tausta

Tutkittavaa tilannetta on edeltänyt neljä kuukautta kestänyt alakoulussa toteutettu pilottitutkimus, jonka aikana pilottiin osallistuneet opettajat ovat voineet perehtyä robottiin ja käyttää sitä apuvälineenään kielenopetustilanteissa. Tutkimukseen osallistuneet opettajat ovat lähteneet tutkimushankkeeseen vapaaehtoisesti ja opettajat ovat voineet käyttää robottia haluamansa määrän vapaasti eri luokka-asteilla ja oppilasryhmissä. Robotin käyttö on ollut pääosin opettajien itsenäisesti suunnittelemaa ja toteuttamaa lukuun ottamatta, muutamaa yksittäistä robotin käyttöön perehdyttävää pilottitutkimuksen aloitukseen kuulunutta tapaamista.

3. Kirjallisuuskatsaus

Seuraava luku esittelee aiempaa tutkimuskysymysten kannalta tärkeää tutkimusta käyttäytymisen muutoksesta ja uusien teknologioiden käyttöönotosta. Kirjallisuuskatsaus keskittyy erityisesti tämän tutkimuksen kannalta keskeisiin käsitteisiin ja viimeaikaisimpiin tutkimustuloksiin.

3.1 Käyttäytymisen ennustaminen ja sen muutos

Robottien käyttöä määrittäneiden prosessien tarkastelussa ja tunnistuksessa on hyvä lähteä liikkeelle käyttäytymisen ja käyttäytymisen muutoksen peruselementeistä. Robotin ottaminen osaksi omaa opetusta ja luokan toimintaa edellyttää opettajalta uuden käyttäytymisen omaksumista ja vanhojen toimintatapojen muuttamista. Robotin käyttö tarkoittaa, että opettaja joutuu osittain luopumaan aiemmista totutuista ja hyväksi todetuista opetusmalleista ja siirtymään uusiin teknologiavälitteisiin opetuksen muotoihin. Robotin käyttöönottoon tarkoittaakin opettajan kannalta merkittävää käyttäytymisen muutosta ja siihen vaikuttavia prosesseja tuleekin etsiä käyttäytymisen muutosta koskevan tutkimuksen piiristä. Teorioita käyttäytymistä määrittävistä ja sen muutokseen vaikuttavista tekijöistä on rakennettu kymmenittäin eri tieteenalojen parissa

kuten psykologian, sosiaalipsykologian, sosiologian, antropologian ja taloustieteen aloilla (Davis, ym., 2015). Käyttäytymisen muutosta on selitetty niin yksilöllisistä lähtökohdista, esimerkiksi kognitioon, persoonallisuuden piirteisiin ja sosiaalisiin tekijöihin, kuten asenteisiin ja normeihin nojaten, kuin myös vaihtuvien tilannetekijöiden ja makrotason rakenteellisten tekijöiden, kuten lainsäädännön ja koulutustarjonnan kautta.

Käyttäytymistä ja sen muutosta voidaan usein selittää sosiokognitiivisista lähtökohdista eli näkökulmilla, jotka tarkastelevat yksilön toimintaa yksilön ja ympäristön vuorovaikutuksen tuloksena. Banduran (1977) sosiaalisen oppimisen teorian (myöhemmin sosiokognitiivinen teoria) mukaan yksilön toiminta on kognitiivisten, toiminnallisten ja ympäristöllisten tekijöiden määrittämää eli yksilön toiminta ohjautuu tämän yksilöllisten ajatteluprosessien ja ympäristön välillä tapahtuvan vuorovaikutuksen myötä. Yksilön havainnoissa positiivisia toiminnan seurauksia hän ohjautuu kyseisen toiminnan piiriin tai pyrkii ylläpitämään kyseistä positiivista toimintaa. Mikäli yksilö taas havaitsee negatiivisia toiminnan seurauksia sosiaalisessa ympäristössään, havainto johtaa päinvastaiseen toimintaan. Aiemmat kokemukset toimivat yksilön toimintaa määrittävänä oppittuna pohjana, joka muokkaa yksilön muistia ja tulevien tapahtumien odotuksia, havainnointia ja tulkintaa. Sosiokognitiivista teoriaa on hyödynnetty laajalti eri tieteenaloilla kuten psykologiassa, kasvatustieteissä ja viestinnän tutkimuksessa, mutta myös uusien teknologioiden käyttöönoton monitieteisessä tutkimuksessa, jolloin myönteiset ja todennäköisiksi koetut odotukset teknologian käytön seurauksista on liitetty korkeampaan uuden teknologian käytön todennäköisyyteen (mm. Fulk, 1993; Womble, 2007). Sosiokognitiivisen teorian avulla on voitu esimerkiksi todeta, kuinka toivotun lopputuloksen koetulla todennäköisyydellä ja pystyvyyden tunteella on suora vaikutus sekä akateemikkojen, ammatillisten osaajien että opettajien halukkuuteen käyttää uusia teknologioita kuten tietokoneita (Compeau & Higgins, 1991; Dusick, 1998).

Toisena perinteisenä sosiokognitiivisen teorian läheisenä ja useita uusia teoreettisia käyttäytymisen muutoksen malleja synnyttäneenä teoriana voidaan pitää Fishbeinin ja Ajzenin (1975) perustellun toiminnan teoriaa. Teorian mukaan yksilön päätös toimia tietyllä tavalla riippuu siitä, minkälaisia seurauksia yksilö uskoo toiminnastaan kumpuavan. Teoria liittää yksilön toiminnan yhteen toimintaa koskevien asenteiden ja

uskomusten kanssa toimintaa edeltävän toiminta-aikomuksen avulla. Mikäli yksilö uskoo toiminnan positiivisiin seurauksiin ja näkee, että toiminta on myös yksilölle merkityksellisten muiden henkilöiden mielestä suotavaa tai hyväksyttyä, yksilö on mitä todennäköisemmin motivoitunut muodostamaan toimintaan johtavan toiminta-aikomuksen eli suunnitelman toteuttaa kyseisen toiminnon. (mm. Mishra, ym., 2014). Perustellun toiminnan teoria on siis hyvin lähellä Banduran sosiokognitiivista teoriaa (1977), mutta poikkeaa siitä jättäessään huomiotta yksilöllisten kognitioiden piiriin kuuluvan pystyvyyden tunteen eli toimintoa ja sen lopputulosta koskevan kontrolliodotuksen. Perustellun toiminnan teoria myös huomioi subjektiiviset normit eli toimijan uskomukset suotavista toimintatavoista, erillisenä suoraan toiminta-aikomukseen asenteiden kanssa vaikuttavana tekijänä, Banduran mallista poiketen. Perustellun toiminnan teoriaa on hyödynnetty onnistuneesti muun muassa viestinnän, kuluttajakäyttäytymisen, terveyskäyttäytymisen ja uusien teknologioiden käytön tutkimuksessa (mm. Roberto, ym., 2013; Fitzmaurice, 2005; Fisher, ym., 1995; Mishra, ym., 2014)

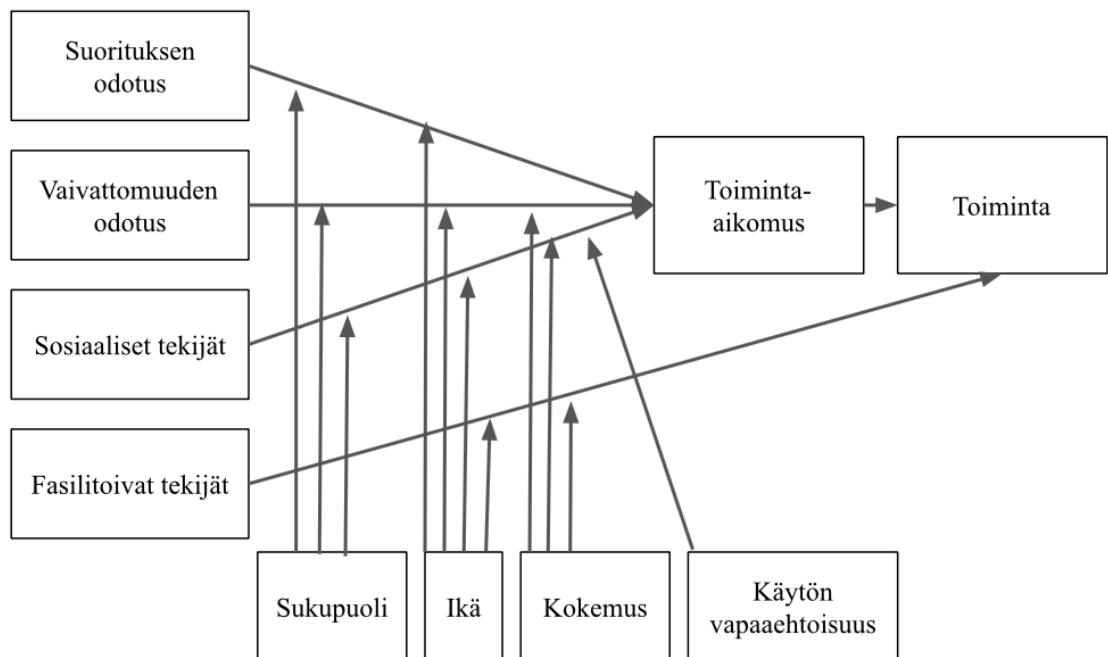
Kolmantena suosittuna käyttäytymisen muutosta selittävänä teoriana voidaan pitää perusteluun toiminnan teoriasta (Fishbein & Ajzen, 1975) jatkokehitettyä Ajzenin (1991) suunnitellun toiminnan teoriaa. Teoria täydentää syntyteoriaansa lisäämällä Banduran (1977) pystyvyyden tunteeseen pohjautuvat kontrolliodotukset kolmanneksi toiminta-aikomukseen vaikuttavaksi muuttujaksi. Kontrolliodotuksella tarkoitetaan yksilön uskomusta siitä, onko tilanteen hallinta ja lopputulema yksilön sisäisten tekijöiden ja oman toiminnan vaiko ulkoisten tekijöiden määrittämää. Yksilön kontrolliodotusten huomioimisen yhtenä toimintaan vaikuttavana tekijänä on voitu todeta lisäävän merkittävästi alkuperäisen perustellun toiminnan teorian (Ajzen & Fishbein, 1975) selitysvoimaa samalla tuoden teoriaa yhä lähemmäksi Banduran sosiokognitiivista lähestymistapaa (1977). Suunnitellun toiminnan teorian mukaan yksilön toimintaa koskevat asenteet, subjektiiviset normit sekä toimintaa koskevat kontrolliodotukset yhdessä vaikuttavat yksilön toiminta-aikomuksen muodostumiseen ja tätä kautta itse toiminnan toteutumiseen. Teoria on todettu hyödylliseksi käyttäytymisen ennustamisen välineeksi useilla eri yhteiskunnan osa-alueilla ulottuen kansalaisvaikuttamisesta ja mainonnasta terveys- ja ympäristökäyttäytymisen tehokkaampaan ennakointiin (mm. Han, ym., 2010; Godin & Kok, 1996; Hansen & Jensen, 2007)

Ymmärrystä ihmisen käyttäytymistä määrittävistä tekijöistä on kartoitettu myös Banduran, Fishbeinin ja Ajzenin teorioiden ulkopuolella kattamaan useita muita todellisen toiminnan ennustamista parantavia tekijöitä ja käsitteitä kuten esimerkiksi motivaatioiden laadulliset erot (Lepper, ym., 1973), toimijaa ympäröivät sosiaaliset ryhmät ja sosiaalinen identiteetti (Tajfel & Turner, 1986) sekä arvot (Rokeach, 1973). Laajan vuosikymmeniä jatkuneen käyttäytymisen tutkimuksen perusteella on kuitenkin selvää, että käyttäytyminen ja sen muutos ovat kompleksisia ilmiöitä, joiden ennustaminen on äärimmäisen vaativaa. Käyttäytymistä ei voida ymmärtää vain yhteen teoriaan tai mittausajankohtaan perustuen, ja eri teorioiden selitysvoimat vaihtelevat aina tutkittavasta kohteesta ja kontekstista riippuen. Käyttäytymisen muutoksen laajan kentän esittelyn sijaan onkin perusteltua keskittyä tutkimukseen tutkittavasta ilmiöstä eli teknologian käytön tutkimukseen, koska spesifiä käyttäytymistä voidaan ymmärtää parhaiten juuri siihen kehitettyjen johdannaisteorioiden ja jo rakennettujen prosessien mallinnusten avulla.

3.2. Teknologian hyväksymisen ja käytön yhtenäinen teoria

Uusien teknologioiden käyttöä ja siihen vaikuttavia tekijöitä on tutkittu sosiaalipsykologisista lähtökohdista teknologioiden tutkimuksen piirissä jo pitkään. Uusimpien tutkimusten tarkastelu tarjoaakin kiinnostavia käyttäytymistieteitä ja teknologioiden käyttöönottoa yhdistäviä teorioita, jotka toimivat hyvänä pohjana kyseisen pilottitutkimuksen tarkastelulle. Yhtenä kiinnostavimpina ja selitysvoimaisimpina teknologian käyttöä selittävänä mallina voidaan pitää kuviossa 1 esitettyä Venkateshin, ym., (2003) Teknologian hyväksymisen ja käytön yhtenäistä teoriaa (engl. Unified Theory of Acceptance and Use of Technology, UTAUT). Teorian avulla uusien teknologioiden käyttöä on kyetty ennustamaan jopa 70% selitysvoimalla (Venkatesh, ym., 2012). Teoria yhdistää useita erillisiä tutkimuksissa hyviksi havaittuja käyttäytymisen muutosta ja teknologioiden käyttöä ennustavia teorioita. Edellä mainittujen Sosiokognitiivisen teorian (Bandura, 1977), Perustellun toiminnan teorian (Fishbein & Ajzen, 1975) ja Suunnitellun toiminnan teorian (Ajzen, 1991) tavoin UTAUT -malli olettaa, että teknologian käyttöä voidaan ennustaa teknologian käyttöä

koskevalla toiminta-aikomuksella ja tähän toiminta-aikomukseen vaikuttavilla tekijöillä. Teorian mukaan yksilön toiminta-aikomo muodostuu yksilön odotuksista uuden teknologian suorituksen tasosta ja käytön vaativuudesta sekä tilannetta koskevista sosiaalisista tekijöistä. Näiden odotusten ja sosiaalistekijöiden avulla yksilö arvioi teknologian käytön seurauksia ja halukkuuttaan käyttää kyseistä teknologiaa. Odotetulla suorituksen tasolla viitataan yksilön odotuksiin siitä, miten teknologia helpottaa käyttäjää tietyn toiminnon suorittamisessa tai tavoitteen saavuttamisessa suhteessa muihin olemassa oleviin vaihtoehtoihin tai vanhoihin toimintamalleihin. Odotetulla käytön vaativuudella taas tarkoitetaan yksilön käsitystä siitä, kuinka helppoa teknologian käyttö on ja paljonko sen käytössä ilmenee ongelmia, toisin sanoen siitä, onko teknologian käyttö yksilön kontrolloitavissa. Molempia uuteen teknologiaan kohdistuvia odotuksia voidaan pitää tutkimuksen johdannossa esiteltyjen asenteiden kaltaisina uuteen teknologiaan asennoitumisen tapoina. Sosiaaliset tekijät puolestaan viittaavat yhdistelmään asioita, joiden lopputuloksena yksilölle muodostuu käsitys teknologian käytön normatiivisuudesta ja sosiaalisesta suotavuudesta eli, siitä suhtautuuko yksilön lähipiiri teknologian käyttöön kannustaen vai paheksuen. Nämä kolme tekijää rakentavat yhdessä yksilön toiminta-aikomuksen ja siten ennustavat myös tosiasiallista toiminnan toteuttamista yhdessä tilannekohtaisten helpotteiden kuten esimerkiksi saatavan avun kanssa.



Kuvio 1. Venkateshin, ym., (2003) teknologian hyväksymisen ja käytön yhtenäinen malli

Tutkimusten mukaan käyttäjän ikä, sukupuoli, aiempi kokemus teknologioiden kanssa sekä teknologian käytön vapaaehtoisuus säätelevät edellä mainittujen tekijöiden välisiä suhteita ja niiden yhteyksiä toiminta-aikomuksiin ja itse toimintaan kuviossa 1 esitetyn UTAUT -mallin tavoin (Venkatesh, ym., 2003). Odotettu teknologian suorituksen tason vaikutus yksilön toiminta-aikomukseen on voimakkaampaa erityisesti miehillä ja nuorilla käyttäjillä. Teknologian käytön odotettu vaivattomuus taas vaikuttaa naisten toiminta-aikomukseen miehiä voimakkaammin. Teknologian käytön odotettu vaivattomuus on sitä merkityksellisempää, mitä korkeampi ikä ja mitä alhaisempi kokemuksen määrä käyttäjällä on. Sosiaalisten tekijöiden vaikutus yksilön toiminta-aikomukseen on myös voimakkaampaa naisilla. Sosiaalisten tekijöiden vaikutusta voimistavat myös yksilön korkea ikä, teknologian käytön pakko sekä alhainen kokemus teknologioiden kanssa. Fasilitoivat tekijät puolestaan vaikuttavat voimakkaimmin vanhempien ja teknologioiden kanssa kokeneiden yksilöiden toiminta-aikomuksiin (Venkatesh, ym., 2003.)

UTAUT -mallin vahvuuksiin voidaan lukea mallin kyky yhdistää tietoteknisten laitteiden ja sovellusten piirteet yhteen käyttäytymistieteellisen tekijöiden kanssa sekä mallin toistuvasti korkea selitysvoima (Venkatesh, ym., 2012). Mallia onkin sovellettu laajalti eri ympäristöissä vaihdellen mobiililaitteiden arkipäiväisestä käytöstä työympäristöissä tapahtuvaan uusien tietoteknisten järjestelmien jalkautukseen (Eckhardt, ym., 2009; Koivumäki, ym., 2008). UTAUT -mallia on arvioitu ja kehitetty paljon myös kouluympäristöissä tapahtuvassa teknologioiden käyttöönoton tutkimuksissa. Mallin toimivuus on voitu todentaa esimerkiksi lukuisissa kansainvälisesti toistetuissa mobiilipohjaisten opetusympäristöjen tutkimuksissa, joissa oppilaiden odotukset, sosiaalinen ympäristö ja teknologian käyttöä helpottavat tilannetekijät ennustavat positiivisesti oppilaiden aikomuksia käyttää uusia oppimisympäristöjä (mm. Jairak, ym., 2009; Nassoura, 2013). Kouluympäristöissä tehdyt tutkimukset ovat osoittaneet myös teknologian hauskuuden ja oppilaan oman itseohjautuvuuden käyttöön vaikuttaviksi ja mallin selitysvoimaa kasvattaviksi tekijöiksi (mm. Jawad & Hassan, 2013; Donaldson, 2011).

Venkateshin, ym. (2003) UTAUT -mallin teoreettinen tausta onkin ansiokas yhdistelmä sosiaalipsykologisia käyttäytymisen muutosta selittäviä teorioita sekä sosiaalipsykologisista teorioista kasvaneita teknologioiden tutkimuksen piirissä

kehitettyjä teoreettisia malleja. Mallin käyttäytymistieteellinen pohja muodostuu jo esitellyistä Banduran (1977) sosiokognitiivisesta teoriasta, Fishbeinin ja Ajzenin (1975) perustellun toiminnan teoriasta sekä perustellun toiminnan teorian pohjalta rakennetusta Ajzenin (1991) suunnitellun toiminnan teoriasta. Tausta teorioistaan poimitut, UTAUT -mallin testauksessa merkityksellisesti uusien teknologioiden käyttöön vaikuttaneet osatekijät, ovat sosiokognitiiviseen teoriaan kuuluva toimintaa koskevien seurausten arvio, perustellun toiminnan teorian ja suunnitellun toiminnan teorian piiriin kuuluvat sosiaaliset normit sekä suunnitellun toiminnan teoriasta poimittu toimintaa koskevan kontrollin kokemus. Kaikki kolme kyseistä muuttujaa – toimintaa koskevien seurausten arvio, sosiaaliset normit ja kontrollin kokemus, ovat merkityksellisesti UTAUT -mallin teknologian suorituksen odotuksen tai teknologian odotetun käytön vaativuuden kanssa korreloivia muuttujia ja näin lisäävät käyttäytymisen muutosta koskevan tutkimustiedon linkkejä uusien teknologioiden käyttöönoton tutkimukseen. UTAUT -mallin testauksissa ei kuitenkaan voitu havaita suoria yhteyksiä Fishbeinin ja Ajzenin (1975) toimintaa koskevien asenteiden, Banduran (1977) pystyvyyden tunteen ja toimintaa koskevien emootioiden suoria yhteyksiä uusien teknologian käyttöä koskeviin toiminta-aikomuksiin, joten niiden tarkastelu on jätetty UTAUT -mallin ulkopuolelle.

Viisi muuta, enimmäkseen sosiaalipsykologiseen teoriapohjaan nojaavaa, UTAUT -mallin taustalla vaikuttavaa teknologian tutkimuksen piirissä rakennettua mallia ovat Davisin (1989) teknologian hyväksymisen malli, Taylorin ja Toddin (1995) hajautettu suunnitellun toiminnan teoria, Davisin (1992) motivaatio malli, Rogersin (1995) innovaatioiden diffuusioden teoria sekä Thompsonin ym. (1991) henkilökohtaisen tietokoneen käytön malli. Lyhyesti tiivistettynä kaikki yllä mainitut mallit lähestyvät uusien teknologioiden käytön tutkimusta hieman omasta näkökulmastaan ja niillä kaikilla on sekä omat vahvuutensa että heikkoutensa uusien teknologioiden käyttöönoton ennustamisessa. Esimerkiksi teknologioiden tutkimuksessa suosittu ja paljon käytetty Fishbeinin ja Ajzenin (1975) perustellun toiminnan teoriaan pohjautuva Davisin (1989) teknologian hyväksymisen malli nimeää teknologian hyödyllisyyden ja käytön vaativuuden teknologian käyttöä koskevien asenteiden pääasiallisiksi määrittäjiksi. Teknologian hyväksymisen malli kuitenkin samalla poistaa mallista sosiaalisten tekijöiden vaikutukset uusien teknologioiden käytön määrittäjinä. Davisin (1992) motivaatio malli taas tuo teknologioiden käytön tulkintaan mukaan ulkoisten palkintojen

ja käytön miellyttävyyden merkityksen ulkoisten ja sisäisten motivaatiotekijöiden kautta. Malli osoittaa uuden teknologian hyödyllisyyden ja sen käytön suoran palkitsevuuden vaikuttavan uuden teknologian käytön aktiivisuuteen. Eroistaan huolimatta kaikki teoriat selittävät omalta osaltaan laajalti empiiristä tukea saanutta Ajzenin ja Fishbeinin (1975) tausta-ajatusta uskomusten, aikomusten ja toiminnan välisestä yhteydestä. Kaikkien teorioiden mukaan uuteen teknologiaan suhtautumisen, teknologian käyttöä koskevaan toiminta-aikomuksen ja teknologian käytön välillä vallitsee merkittävä vuorovaikutussuhde (Venkatesh, ym., 2003). Useita yllä mainittuja teorioita on sovellettu onnistuneesti ja itsenäisesti myös kouluympäristöissä tapahtuvassa uusien teknologioiden käytön tutkimuksessa. Esimerkiksi suunnitellun toiminnan teoriaa (Ajzen, 1991) hyödyntäen on voitu havaita, kuinka opettajan asennoituminen, sosiaaliset normit ja tilannetta koskeva kontrolli vaikuttavat merkittävästi opettajan aikomukseen käyttää tietokonetta oppituntien suunnitteluun. Myös sosiaalisten normien, pystyvyyden tunteen ja teknologian helppokäyttöisyyden on todettu ennustavan verkkopohjaisten opetusmateriaalien käyttöä (Lee, ym., 2010). Kaikkien teorioiden voidaan siis todeta tarjoavan kiinnostavia vihjeitä siitä, mitä merkittäviä tekijöitä ja vaikutusmekanismeja uusien teknologioiden käytön taustalta voidaan löytää. Teorioita yhdistävä Venkateshin, ym. (2003) UTAUT -malli tarjoaakin hedelmällisen pohjan opetusrobottien käyttöön vaikuttaneiden prosessien rakentamiseen ja tunnistukseen.

3.3. Teknologiset valmiudet uutena käyttäytymistä selittävänä tekijänä

Esitettyä UTAUT -mallia on käytetty ennustamaan teknologian käyttöä esimerkiksi kysymällä käyttäjän arvioita siitä, lisääkö uusi teknologia käyttäjän työn tehokkuutta, kuinka helppoa sitä on käyttää ja onko teknologian käyttö suotavaa eri tahojen mielestä (Venkatesh, ym., 2003). Vahvasta teoriapohjastaan huolimatta mallissa ei kuitenkaan ole määritelty, mistä nämä käyttöhalukkuutta määrittävät arviot muodostuvat ja mitkä ovat käyttäjän odotusten, kokemusten ja käytön aikomuksen väliset suhteet. Mallin ulkopuolella tehtyjen viimeaikaisten tutkimusten tarkastelu antaa kiinnostavia vihjeitä muista mahdollisista teknologian käyttöhalukkuuteen vaikuttavista tekijöistä, joita voidaan tarkastella suhteessa UTAUT -mallin esittämiin muuttujiin. Seuraavaksi tässä tutkimuksessa esitellään yksi kiinnostava UTAUT -mallin ulkopuolinen tutkimusaskel,

joka voi tarjota tärkeitä johtolankoja opettajien toiminnan ja robottia koskevan käyttöhalukkuuden ymmärtämiseksi.

Lin, ym. (2007) ovat havainneet UTAUT -mallin (Venkatesh, ym., 2003) julkaisun jälkeen rakentamallaan tutkimuksella, kuinka yksilön teknologisia valmiuksia kuvaavat piirteet; innovatiivisuus, optimistisuus, itsevarmuus ja korkea epämukavuuden sietokyky, vaikuttavat positiivisesti käyttäjän aikomukseen hyödyntää uutta teknologiaa. Oletus käyttäjän piirteisiin pohjautuvasta taipumuksesta omaksua ja käyttää uusia teknologioita perustuu Parasuraman (2000) esittämään teknologisen valmiuden käsitteeseen, jolla tarkoitetaan yhdistelmää hyviä teknologisia valmiuksia kuvaavia piirteitä; innovatiivisuutta, optimistisuutta, itsevarmuutta sekä korkeaa epämukavuuden sietokykyä. Piirteiden oletetaan vaikuttavan yhdessä suoraan UTAUT -mallia kannatteleviin teknologian hyödyllisyyttä ja käytön vaivattomuutta koskeviin arvioihin. Teknologisia valmiuksia lisääviä piirteitä ovat Parasuramanin (2000) mukaan yksilön optimistisuus sekä innovatiivisuus. Optimistisuudella viitataan yksilön myönteisiin uskomuksiin teknologian tuomista hyödyistä, kuten sen toiminnan tehoa ja joustavuutta lisäävistä vaikutuksista, kun taas innovatiivisuudella viitataan yksilön taipumukseen toimia ajatusjohtajana tai edelläkävijänä. Teknologisia valmiuksia heikentäviä piirteitä puolestaan ovat teknologiaa koskevat epämukavuuden tunteet sekä epävarmuudet uusien teknologioiden toimivuudesta ja omista kyvyistä käyttää niitä. Optimistiset, innovatiiviset ja itsevarmat yksilöt, joiden herkkyyys epämiellyttävyyden kokemuksille on matala, ovat luontaisesti taipuvaisempia omaksumaan uusia teknologioita varautuneita ja pelokkaita yksilöitä paremmin (Parasuraman, 2000.) Hyvien teknologisten valmiuksien mukaisten piirteiden vaikutus uusien teknologioiden käyttöönottoon on todettu merkitseväksi lukuisissa teknologian käyttöönottoa tarkastelevissa tutkimuksissa ja sitä onkin käytetty täydentämään sekä lukuisia teknologian käyttöä ennustavia malleja kuten teknologian hyväksymisen mallia (Davis, 1989) ja Suunnitellun toiminnan teoriaa (Ajzen, 1991) että yksittäisiä tutkimustulosten selityksiä (mm. Chen & Li 2010; Lin ym. 2007). Myös Reich-Stiebertin ja Eysselin (2016) havainnot siitä, kuinka opettajan kiinnostus ja omistautuminen teknologialle sekä opettajan avoimuus muutokselle lisäävät opettajan myönteistä suhtautumista ja käyttöhalukkuutta uusia teknologioita kohtaan, antavat vihjeitä samaa ilmiötä vastaavista löydöksistä. Vaikka käyttäjän pystyvyyden tunnetta ei ole todennettu Venkateshin, ym. (2003) UTAUT -mallin testauksissa

merkitykselliseksi teknologian käyttöön vaikuttavaksi tekijäksi, opettajan henkilökohtaisten piirteiden ja luontaisten taipumusten tarkastelu voisi avata UTAUT -malliin lisää selitysvoimaa samalla liittäen malliin muun muassa opettajan innovatiivisuuden ja optimistisuuden positiiviset vaikutukset.

4. Yksittäisten tapausten tutkimus ja prosessin jäljittäminen

Keskityn tässä tutkimuksessa spesifisti yksittäisen opettajan toiminnan mahdollisimman tarkkaan ja seikkaperäiseen ymmärtämiseen, joten esitettyjä tutkimuksen hypoteeseja ja myöhemmin esiteltävää tutkimuksen analyysia värittää voimakkaasti sen tapaustutkimuksellinen ote. Tapaustutkimukset ovat yksi sosiaalitieteiden yleisistä ja paljon käytetyistä tutkimuksen muodoista ja vaihtoehdot sen erilaisiin toteuttamisen tapoihin ovat monipuoliset. Sosiaalitieteiden piirissä ei ole varsinaista yhtenäistä näkemystä siitä, mitkä tutkimukset tulisi katsoa tapaustutkimusten piiriin ja mitkä taas muiden metodien alle. Laajasta eri määritelmien kirjosta voidaan kuitenkin vetää yhteen tapaustutkimuksen olevan tietyn yksittäisen tai yksittäisten tapausten tarkastelua, joiden poikkeuksellista lopputulosta halutaan jollain tapaa kuvata, selittää tai suhteuttaa olemassa oleviin teoreettisiin viitekehyksiin tai aiempiin tutkimuksiin. Tapaustutkimusta voidaan käyttää sekä teorioiden kehittämiseen ja arviointiin, hypoteesien rakentamiseen, että yksittäisten ilmiöiden tai tapahtumien kuvaukseen ja selittämiseen. Tapaustutkimuksessa voidaan hyödyntää sekä kvalitatiivisia että kvantitatiivisia tutkimusmenetelmiä, ja käytetyt aineistot voivat vaihdella monipuolisesti lähes mistä tahansa empiirisistä havainnoista haastatteluihin, kyselyihin, muistioihin ja päiväkirjoihin (Burton 2000; Vennesson, 2008).

Yksittäisiä tapauksia voidaan tutkia ja analysoida useilla erilaisilla metodeilla kuten kongruenssimenetelmän ja typologisen teorian avulla, mutta prosessin jäljittämisen (engl. Process Tracing) voidaan katsoa olevan sosiaalitieteiden parissa yleisin ja muuttujien välisten vaikutusmekanismien tunnistukseen parhaiten soveltuvin menetelmä (George & Bennett, 2004; Vennesson, 2008). Prosessin jäljittäminen on erityisesti sosiaalitieteissä,

psykologiassa sekä politiikan ja historian tutkimuksessa käytetty laadullinen tapaustutkimuksissa hyödynnetty menetelmä. Menetelmällä pyritään selittämään tiettyä kiinnostavaa ilmiötä tai lopputulemaa kausaalisesti tunnistamalla ilmiöön johtaneiden tekijöiden ja vaikutusmekanismien ketju. Prosessin jäljittäminen selittää havaittua kahden muuttujan välistä kausaalista yhteyttä perinteisiä kvantitatiivisia tutkimuksia yksityiskohtaisemmin ja avaa seikkaperäisesti, mikä kausaalinen mekanismi kyseisessä tilanteessa selittää erilaisten tilannetekijöiden ja selitettävän lopputuloksen välistä yhteyttä (Beach & Pedersen, 2019.) Prosessin jäljittämistä on hyödynnetty muun muassa psykologian parissa päätöksentekoon liittyvien prosessien tutkimuksessa (Svenson, 1979), politiikan ja historian tutkimuksessa rauhaan ja sotaan johtaneiden historiallisten prosessien tarkastelussa (Tannenwald, 2015) sekä sosiologian piirissä Pohjoismaisen asuntopolitiikan tutkimuksessa (Bengtsson & Ruonavaara, 2011). Laajasta sosiaalitieteellisestä soveltuvuudestaan huolimatta prosessin jäljitys on sosiaalipsykologisen tutkimuksen piirissä vielä suhteellisen harvinainen tutkimuksen muoto ja yksittäisiä tapausesimerkkejä löytyykin juuri lähinnä psykologisemmalta tieteenalan haaralta sosiaalisten kognitioiden tutkimuksen piiristä. Prosessin jäljittämisen ansiot tutkimusmetodina ovat sen vähäisestä sosiaalipsykologisesta käytöstä huolimatta kuitenkin selkeät ja metodilla on mahdollisuus avata tieteenalalle kokonaan uusia näkökulmia yksilön käyttäytymiseen. Prosessin jäljittämisen tutkimusmetodi muun muassa tähtää tunnistamaan ilmiöiden todellisia syitä ja vaikutusten mekanismeja perinteisillä tutkimusmetodeilla havaittavien seurausten taustalta ja sen analyysissa voidaan soveltaa hyvinkin laajalti erilaisia tutkimusaineistoja ja otoskokoja kunkin tutkittavan tilanteen erityispiirteet huomioiden (Beach & Pedersen, 2019).

Seuraavissa kappaleissa esiteltävä prosessin jäljittämiseen pohjautuva tutkimukseni on lähtenyt tutkimusmetodin perinteen mukaisesti (Beach & Pedersen, 2019) liikkeelle selitettävän lopputuloksen seikkaperäisestä tarkastelusta ja määrittelystä. Lopputuloksen tarkastelun pohjalta olen muodostanut erilaisia hypoteeseja selitettävään ilmiöön johtaneiden mahdollisen muuttujien ja muuttujista seuranneiden vaikutusmekanismien ketjuista. Prosessin jäljittämisen teoretisoitavaa prosessia voidaan lähteä hakemaan sekä jo olemassa olevista teoreettisista malleista että myös yksittäisistä tutkimustuloksista tai jopa puhtaasti tieteellisten julkaisujen ulkopuolelta tapauskohtaisten vihjeiden kautta. Usein yksittäiset olemassa olevat teoriat eivät tarjoa riittävää selitystä uniikin tutkittavan tapauksen selittämiseen, joten teorioita usein uudelleen muotoillaan empiirisen tiedon

valossa (Beach & Pedersen, 2019). Kyseisen tutkimuksen tutkimushypoteesit on näin ollen rakennettu prosessin jäljittämisen perinteen mukaisesti useampaa eri teoriapohjaa ja tapauskohtaista tietoa yhdistäen. Teoretisoitua lopputulosta selittävien muuttujien ja vaikutusmekanismien ketju toimii tutkimuksen päähypoteeseina, jota täydennetään ja testataan vaihtoehtoisilla samaa lopputulosta selittävillä kilpailevilla hypoteeseilla tarkoituksena löytää todistetusti lopputuloksen johtaneiden muuttujien ketju.

Prosessin jäljittämisen tutkimusperinteen mukaisesti (Beach & Pedersen, 2019) päähypoteesin ja vaihtoehtoisten hypoteesin muodostamisen jälkeen olen operationalisoinut teoretisoidun prosessin tunnusmerkkeihin, jotka minun tulisi voida havaita tapausta koskevasta monimuotoisesta todistusaineistosta, mikäli rakentamani prosessi robotin aktiivista käyttöä selittävistä tekijöistä pitää paikkansa. Todistusaineiston muodostus tapahtuu yhtäaikaaisesti todistusaineiston merkityksen ja luotettavuuden arvioinnin kanssa luoden pohjaa hypoteesin vahvistamisen tai kumoamisen luotettavuudelle (Beach & Pedersen, 2019). Tästä johtuen, tutkimuksen eri hypoteesien operationalisointia käsittelevässä kappaleessa esitettävät hypoteeseja vahvistavat ja kumoavat havainnot on myös luokiteltu havaintojen merkityksen (vahvistava/välttämätön) ja luotettavuuden mukaan (havaintovarmuus ja uniikkisuus). Hypoteesien muodostamisen, operationalisoinnin ja arvioinnin jälkeen olen prosessin jäljittämistä suorittavana tutkijana etsinyt ja rakentanut tutkimushypoteesien vaatimaa aineistoa vapaasti kaikista mahdollisista käytössä olevista lähteistä, jotka ovat voineet antaa tärkeää lisätietoa tutkittavaan lopputulokseen vaikuttaneista prosesseista. Prosessin jäljittäminen perustuu useisiin erilaisiin tavallista tutkimusta pienemmän N-määrän aineistoihin, joita hyödynnetään ilmiöön johtaneen prosessin tunnistuksessa. Aineisto voi tyypillisesti olla esimerkiksi yhdistelmä yksittäisiä haastatteluja, uutisia ja kokouspöytäkirjoja (Beach & Pedersen, 2019). Näin ollen tutkimuksen on jakautunut tutkimuksen tuloksia käsittelevässä kappaleessa esitellyn tutkimusaineiston kuvailuun ja eri havaintoja tukevien todistusaineistojen erittelyyn.

Tarvittavan aineiston löytymisen jälkeen tutkijan tulee suorittaa erilaisia hypoteeseja vahvistavia ja kumoavia testejä, joiden avulla tutkija pyrkii tiivistämään ja todistamaan lopputulemaan johtaneiden vaikuttavien tekijöiden prosessin. Aineiston analysointi on näin ollen iteratiivinen prosessi, jonka aikana teorioita testataan minimaalisesti riittävän

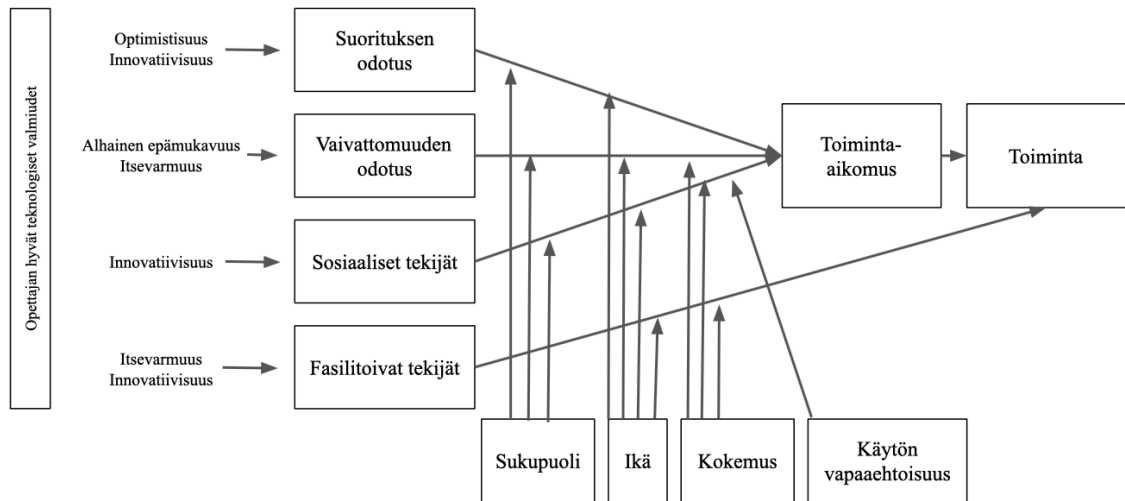
ja lopputulosta selittävän vaikutusketjun löytämiseksi. Minimalistisesti riittävä vaikutusketju pystyy selittämään lopputulosta ilman ylimääräisiä ja välttämättömiä osia (Beach & Pedersen, 2019). Olen täten suorittanut tutkimuksessani, prosessin jäljittämisen perinteen mukaisest, useita erilaisia prosessin jäljittämisen mukaisia testejä, joiden tulosten pohjalta tutkimusta on jatkettu uusien testien rakentamisella. Tapauskohtaisessa prosessin jäljittämisessä tutkimustulokset ovat deterministisiä eli aineistosta tehtävät johtopäätökset ovat todennäköisyyksien sijaan ehdottomia lopputilanteen kannalta välttämättömiä muuttujia. Tapauskohtaisen prosessin jäljittämisen tulokset eivät siten ole yleistettävissä tutkitun tilanteen ulkopuolelle, mutta todistetusti lisäävät ymmärrystämme havaitun vaikutussuhteen todellisuudesta ja siihen johtaneista tekijöistä todellisessa tapahtuneessa skenaariossa (Beach & Pedersen, 2019).

5. Tutkimushypoteesit

Seuraavassa kappaleessa esittelen tutkimuksen päähypoteesin ja kaksi vaihtoehtoista hypoteesia robotin aktiiviseen käyttöön johtaneista prosesseista perinteisen prosessin jäljittämisen tutkimusperinteen mukaisesti (Beach & Pedersen, 2019). Hypoteesit perustuvat edellä esiteltyihin käyttäytymisen muutoksen teorioihin ja teknologioiden käyttöönottoa koskeviin tutkimuksiin, tutkittavan tapauksen toiminnallisiin reunaehtoihin sekä näiden yhdistelmiin. Asetan tutkimukselleni kolme vaihtoehtoista hypoteesia, jotka kaikki tarjoavat erilaisia selityksiä siitä, mitkä kriittiset muuttujat ja vaikutusmekanismit voivat johtaa robotin aktiiviseen käyttöön. Tutkimushypoteesit on muodostettu tutkittavasta lopputuloksesta taaksepäin suuntaavalla välttämättömien osien (entiteettien) nimeämisellä ja näistä osia yhdistävien vaikutusmekanismien (verbien) tunnistuksella niin, että entiteettien ja verbien osista muodostuu dynaaminen kausaalisia vaikutussuhteita välittävä ja selitettävään lopputulokseen johtava mekanismi. Eri hypoteesien testaus alkaa teoretisoitujen tapahtumaketjujen kuvauksella, jonka jälkeen olen jakanut kuvaukset selvyiden vuoksi erillisiin välttämättömiin tekijöihin sekä näiden tekijöiden välisiin suhteisiin hypoteesin vaikutusmekanismeja avaavassa kuviossa 3. Hypoteeseilla pyrin selittämään tutkittavaan lopputulokseen johtaneita tekijöitä, kuitenkin asettamatta tutkittavan tilanteen ulkopuolelle johdettavia teoreettisia yleistyskäsitteitä uusien teknologioiden käytöstä tai siihen yleisesti johtavista tekijöistä.

5.1. Tutkimuksen päähypoteesi: Opettajan teknologiset valmiudet robotin käytön edellytyksenä

Venkateshin, ym. (2003) UTAUT -mallin mukaisesti päähypoteesi olettaa, etteivät robottien saapuminen kouluun ja robottien käyttöön perehdyttäminen itsessään vielä johda robotin aktiiviseen käyttöön. Opettajan tulee kokea robotti hyödylliseksi opetuksessa, robottia tulee voida käyttää suhteellisen vaivattomasti, robotin käyttöä koskeva sosiaalinen ilmapiiri tulisi olla myönteinen ja tarjolla tulisi olla robotin käyttöä tukevia fasilitoivia tekijöitä. Linin, ym. (2007) tutkimustuloksiin pohjaten päähypoteesi on kuitenkin laajennettu UTAUT -mallin oletuksiin nähden niin, että se sisältää myös opettajan teknologisia valmiuksia kuvaavat piirteet; innovatiivisuuden, optimistisuuden, itsevarmuuden ja korkean epämukavuuden sietokyvyn. Päähypoteesissani oletan opettajan teknologisten valmiuksien olevan merkittävä opettajan tekemiä robotin hyödyllisyyden ja käytön vaativuuden arvioita selittävä tekijä, joka vaikuttaa myös sosiaalisen ilmapiirin ja fasilitoivien tekijöiden merkitykseen robotin aktiiviseen käyttöön johtaneessa prosessissa. Päähypoteesin mukaan opettajan teknologiset valmiudet ovat merkittävästi edesauttaneet opettajan positiivisia odotuksia robotin suorituksen tasosta ja käytön vaativuudesta sekä vähentäneet sekä sosiaalisten että fasilitoivien tekijöiden merkitystä kuviossa 2 esitetyllä tavalla. Opettajan optimistisuuden ja innovatiivisuuden oletetaan luovan myönteisen pohjan robotin suoritusta koskevalle arviolle, kun taas opettajan korkea epämukavuuden sietokyky ja itsevarmuus luovat myönteisen pohjan robotin vaivattomuuden odotukselle. Opettajan innovatiivisuuden ja itsevarmuuden odotetaan puolestaan vähentävän sosiaalisten- ja fasilitoivien tekijöiden merkitystä robotin aktiivisen käytön kannalta. Oletettujen vaikutusmekanismien tarkemmat yksityiskohdat esitellään seuraavissa päähypoteesin vaiheita tarkemmin esittelevissä kappaleissa. Oletetun mekanismin pitäessä paikkansa, Venkateshin, ym. (2003) UTAUT -mallin esittämät teknologian suoritusta ja käytön vaativuutta koskevat odotukset sekä sosiaaliset ja fasilitoivat tekijät jäävät kyseisen opettajan kohdalla vain välillisiksi, teknologisten valmiuksien ja teknologian käyttöä koskevan toiminta-aikomuksen yhteyttä ilmentäviksi tekijöiksi.

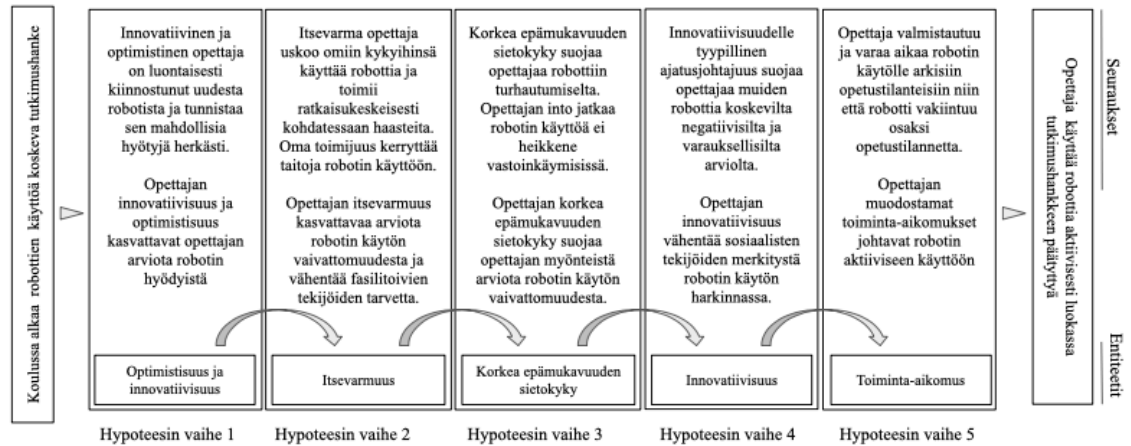


Kuvio 2. Päähypoteesin taustalla toimiva oletus opettajan teknologisista valmiuksista UTAUT -mallin (Venkatesh ym., 2003) taustalla vaikuttavina tekijöinä.

Tutkimuksen päähypoteesissa yhdistyvät siis Venkateshin, ym. UTAUT -mallin (2003) mukaiset uuden teknologian käyttöön ottoon vaikuttavat tekijät sekä Linin, ym. (2007) esittelemät käyttäjän teknologiset valmiudet, jotka yhdessä vaikuttavat uusien teknologioiden käyttöönottoon.

Päähypoteesi: Opettajan hyvät teknologiset valmiudet ovat mahdollistaneet myönteiset robottia koskevat arviot ja vähäisen sosiaalisten- ja fasilitoivien tekijöiden merkityksen. Tämä on johtanut robotin käyttöä koskeviin toiminta-aikomuksiin ja siten myös aktiiviseen robotin käyttöön pilottitutkimuksen päätyttyä.

Päähypoteesin mukainen prosessi sisältää viisi vaihetta. Jokainen vaihe koostuu yhdestä tai kahdesta tärkeästä teknologisen valmiuden mukaisesta piirteestä. Prosessin viisi vaihetta eksplikoidaan viidellä alahypoteesilla, joihin viitataan päähypoteesin vaiheena 1, 2, 3, 4 ja 5. Päähypoteesin viisi vaihetta ja niistä muodostuva vaikutussuhteiden mekanismi on kuvattu kuviossa 3.



Kuvio 3. Päähypoteesin esittämä robotin aktiiviseen käyttöön johtanut prosessi

Esittelen seuraavassa kappaleessa tarkemmin, kuinka kunkin teknologisen valmiuden komponentin; optimistisuuden, innovatiivisuuden, itsevarmuuden ja korkean epämurkavuuden sietokyvyn, oletetaan yhteisessä vuorovaikutuksen ketjussa vaikuttavan robottia koskeviin arvioihin ja robotin käyttöä koskevaan toiminta aikomukseen.

Päähypoteesin vaihe 1: Opettajan innovatiivisuus ja optimistisuus parantavat opettajan arvioita robotin hyödyistä ja lisäävät opettajan kiinnostusta käyttää robottia.

Päähypoteesin ensimmäinen vaihe koskee tekijöitä, joiden oletetaan olleen tärkeässä roolissa robotin aktiiviseen käyttöön johtaneen tapahtumaketjun alussa. Ensimmäinen aktiiviseen robotin käyttöön johtaneen ketjun vaihe liittyykin siis opettajan ensisijaiseen kiinnostukseen tutustua robottiin ja haluan kokeilla sitä. Linin, ym. (2007) tutkimustuloksiin pohjatuva päähypoteesin ensimmäisen vaiheen mukaan opettajan on innovatiivisuutensa ja optimistisuutensa puolesta luontaisesti kiinnostunut uuden robotin käytöstä ja sen mahdollisten hyötyjen tunnistuksesta. Innovatiivisuus saa opettajan uteliaaksi uudesta opetusrobotista, kun taas optimistisuus auttaa opettajaa tunnistamaan robotin hyötyjä herkästi ja soveltamaan robottia siten useampiin ja tiheämmin esiintyviin toimintoihin. Opettajan optimistisuuden ja innovatiivisuuden myötä opettajan odotukset ja arviot robotin suorituksesta ovat luontaisesti korkeat. Robotin aktiiviseen käyttöön johtavan tapahtumaketjun aloitus juuri robottia koskevan kiinnostuksen heräämisestä perustuu UTAUT -mallin (Venkatesh, ym., 2003) taustalla vaikuttavaan Rogersin (1995) prosessipohjaiseen Innovaatioiden diffuusioiden teoriaan, jonka mukaan uusien teknologioiden käytön vaiheet ovat uutta teknologiaa koskeva tietoisuus, -kiinnostus sekä -toiminta-aikomus. Rogersin prosessin mukaisesti ensimmäinen askel robotin käytön

mahdollisuudesta tiedottamisen jälkeen on siis robotin käyttöä koskeva kiinnostus. Rogersin teoriaa hyödyntäen on muun muassa havaittu, kuinka e-kirjojen käyttöä voidaan ennustaa käyttäjän e-kirjoja koskevan tietoisuuden, kiinnostuksen, toiminta-aikomuksen ja innovatiivisuuden pohjalta (Jung, 2011).

Päähypoteesin vaihe 2: Opettajan itsevarmuus parantaa opettajan arviota robotin käytön vaivattomuudesta ja vähentää fasilitoivien tekijöiden tarvetta.

Päähypoteesin toinen vaihe muodostuu opettajan teknologisiin valmiuksiin palautuvasta teknisestä itsevarmuudesta. Päähypoteesin toisessa vaiheessa oletan, että robottia koskeva kiinnostus ja tunnistetut robotin mahdolliset hyödyt ovat johtaneet robotin ensimmäisiin kokeiluihin. Opettajan tutustuessa robottiin ja harjoitellessa sen käyttöä opettajan tekninen itsevarmuus astuu tärkeäksi robotin käyttöä edesauttavaksi tekijäksi. Itsevarmuuden myötä opettaja suhtautuu harjoitteluvaiheessa väistämättä esiin tuleviin robotin teknisiin haasteisiin ratkaisukeskeisesti, mikä ehkäisee käyttöä vähentävän lamaantumisen syntymistä. Katson opettajan oman aktiivisen ja ratkaisukeskeisen toimijuuden samalla kerryttävän opettajan taitoja käyttää robottia. Aktiivinen ongelman ratkaisu ja taitojen kerrytys vähentävät robotin hankalaksi kokemista ja vähentävät fasilitoivien tekijöiden tarvetta. Robotin aktiiviseen käyttöön johtavan tapahtumaketjun jatkuminen kiinnostuksesta kohti kokeilua perustuu samoin Rogersin (1995) prosessipohjaiseen Innovaatioiden diffuusioden teoriaan, jonka mukaan uutta teknologiaa koskevaa kiinnostusta seuraa uuden teknologian käyttöä koskeva toiminta-aikomus. Oletan siis opettajan ennen pitkää kokeilevan ja harjoittelevan robotin käyttöä kiinnostuksen heräämisen jälkeen.

Päähypoteesin vaihe 3: Opettajan korkea epämukavuuden sietokyky suojaa opettajan myönteistä arviota robotin käytön vaivattomuudesta.

Päähypoteesin kolmas vaihe puolestaan muodostuu opettajan teknologisiin valmiuksiin palautuvasta opettajan korkeasta kyvystä sietää epämukavuuden kokemuksia. Tässä vaiheessa oletan, että opettajan korkea epämukavien kokemusten sietokyky suojaa opettajaa robottiin turhautumiselta pidemmän harjoittelujakson aikana eikä opettajan into käyttää robottia näin ollen heikkene robotin käytössä ilmenevissä vastoinkäymisissä. Opettajan teknisen itsevarmuuden ja korkean epämukavuuden kokemusten sietokyvyn seurauksena UTAUT -mallin (Venkatesh, ym., 2003) tunnistama robotin käytön vaatavuuden odotus ja lopulta robotin käytön vaatavuuden kokemus ovat luontaisesti

alhaiset eikä robotin käytön vaativuus näin ollen toimi esteenä robotin käyttöä koskevalle toiminta-aikomukselle.

Päähypoteesin vaihe 4: Opettajan innovatiivisuus vähentää sosiaalisten tekijöiden merkitystä robotin käytön harkinnassa.

Päähypoteesin neljäs vaihe puolestaan koskee opettajan innovatiivisuutta, jonka oletetaan kasvattavan opettajan kiinnostusta uusia vieraita asioita kohtaan. Oletan innovatiivisuuden piiriin kuuluvan ajatusjohtajuuden suojaavan opettajaa negatiivisilta ja varauksellisilta käytön halukkuutta heikentäviltä sosiaalisilta vaikutteilta. Opettajan innovatiivisuuden myötä UTAUT -mallin (Venkatesh, ym., 2003) tunnistaman sosiaalisten tekijöiden merkitys on opettajalle luontaisesti alhainen eivätkä muiden negatiiviset näkemykset robotista näin ollen toimi esteenä robotin käyttöä koskevalle toiminta-aikomukselle. Sosiaalisten tekijöiden sijoittuminen tapahtumaketjun toiseksi viimeiseen vaiheeseen perustuu niin ikään Rogersin (1995) prosessipohjaiseen Innovaatioiden diffuusioiden teorian pohjalta tehtyihin tutkimuksiin, jotka asettavat sosiaalisten tekijöiden vaikutuksen aikajanalla myöhemmäksi uusien teknologioiden käyttöön vaikuttaviksi tekijöiksi. Esimerkiksi Sunin ja Jeyarajin (2013) innovaatioiden diffuusioiden teoriaan pohjautuvat pitkittäistutkimukset uuden kurssihallintajärjestelmän käytöstä ovat osoittaneet, kuinka tilannekohtaiset tekijät kuten sosiaaliset tekijät vaikuttavat uuden teknologian käyttöön vasta uuden teknologian käyttöönoton myöhemmissä vaiheissa.

Päähypoteesin vaihe 5: Opettajan muodostamat toiminta-aikomukset johtavat robotin aktiiviseen käyttöön.

Päähypoteesin viimeinen ja viides robotin aktiiviseen käyttöön johtaneen prosessin vaihe koskee robotin käytön toiminta-aikomusta, jonka oletan lopulta toimivan ratkaisevana tekijänä robotin aktiivisessa käytössä. Päähypoteesin viidennessä vaiheessa oletan robotin käyttöä koskevan toiminta-aikomuksen olevan seurausta robotin toiminta-aikomusta edeltäneistä neljästä edellä kuvastusta tekijästä. Hyvein teknologisten valmiuksien mukaiset piirteet (optimistisuus, innovatiivisuus, itsevarmuus ja korkea epämurkavuuden sietokyky) muodostavat yhdessä vaikutusmekanismin, joka johtaa myönteisiin robottia koskeviin arvioihin sekä sosiaalisten- ja fasilitoivien tekijöiden vähäiseen merkitykseen. Opettajan hyviin teknologisiin valmiuksiin palautuva prosessi

johtaa lopulta robotin käytön toiminta-aikomukseen sekä robotin käytön vaatimaan valmistautumiseen ja aikataulutukseen.

Yhteenvedona tutkimuksen päähypoteesin mukaan opettajan teknologisiin valmiuksiin palautuva robotin käytön vaivattomuuden ja hyödyllisyyden kokemus luo opettajalle robotin käyttöön motivoivan toiminta-aikomuksen. Hypoteesilla oletetaan, että robotin koetut hyödyt sekä koettu robotin käytön vaativuus pohjautuvat opettajan innovatiivisuuteen, optimistisuuteen, itsevarmuuteen ja hyvään epämurkavuuden kokemusten sietokykyyn. Oletetaan myös, että jokaisen robotin aktiivista käyttöä lisäävät luetellut piirteet ovat vaikuttaneet merkittävästi kyseisen opettajan robotin aktiiviseen käyttöön, ja yhdenkin merkittävän piirteen puuttumisen olisi oletettavasti toiminut esteenä robotin aktiiviselle käytölle. Opettajan teknologisiin valmiuksiin pohjautuva päähypoteesi robotin aktiivista käyttöä määrittäneistä välttämättömistä entiteeteistä ja niiden seurauksista on kuvattu kappaleen alussa esitetyssä kuviossa 3.

5.2. Vaihtoehtoiset tutkimushypoteesit

Prosessin jäljittämisen metodiikan mukaisesti asetetun tutkimushypoteesin tulee pystyä tunnistamaan välttämättömät tutkittavaan lopputulemaan johtaneet tekijät ja näiden tekijöiden väliset vaikutusmekanismit. Päähypoteesin vahvistaminen vaatiikin siis vaihtoehtoisten tutkimushypoteesien muodostamista ja testaamista muista mahdollisista lopputuloksen kannalta välttämättömistä osatekijöistä. Mikäli vaihtoehtoisten tutkimushypoteesien testauksessa voidaan todistaa, että tilanteessa on läsnä myös muita päähypoteesin ulkopuolisia ja lopputuleman kannalta välttämättömiä tekijöitä, asetettu tutkimuksen päähypoteesi tulee kumota. Mahdolliset lopputulosta vahvistavat tai sitä heikentävät tekijät eivät itsessään vaikuta päähypoteesin tai vaihtoehtoisten hypoteesien vahvistukseen. Tunnistettujen tekijöiden tulee olla nimenomaan välttämättömiä lopputulokseen johtaneen vaikutusmekanismin osia, joita ilman lopputulos ei olisi mahdollinen (Beach & Pedersen, 2019.) Yllä teoretisoitu robotin käytön aktiivisuuteen johtava prosessi nojaa voimakkaasti oletukseen opettajan teknologisten valmiuksien merkityksestä opettajan toiminnan määrittelyssä. Odotetaan opettajan teknologisen valmiuden määrittävän opettajan odotuksia robotin käytön vaativuudesta ja robotin hyödyllisyydestä sekä sitä, onko sosiaalisilla tekijöillä merkitystä robotin käyttöä koskevassa toiminta-aikomuksessa. Robotin käytön vaativuuden sekä hyödyllisyyden

kokemukset voivat kuitenkin olla seurausta myös useasta muusta vaihtoehtoisesta tekijästä.

Seuraava kappale esittelee kaksi vaihtoehtoista tutkimushypoteesia, vaihtoehtoisen hypoteesin 1 sekä vaihtoehtoisen hypoteesin 2, muista mahdollisista robotin aktiivista käyttöä määrittävistä välttämättömistä tekijöistä. Vaihtoehtoiset tutkimushypoteesit on johdettu Venkateshin, ym. (2003) UTAUT -mallista ja niiden avulla pyritään testaamaan, onko osa UTAUT -mallin tunnistamista robotin aktiiviseen käyttöön vaikuttavista tekijöistä suoraan välttämättömiä robotin aktiivista käyttöä määrittäviä reunaehtoja vai voidaanko niiden lähinnä vain todeta olevan robotin aktiivista käyttöä vahvistavia tekijöitä välttämättömyyden sijaan. Vahvistuessaan vaihtoehtoiset tutkimushypoteesit kumoavat päähypoteesin oletaman prosessin, sillä tämä tarkoittaisi, ettei päähypoteesin kuvaama prosessi välttämättömistä robotin aktiivista käyttöä määrittävistä tekijöistä pitäisi paikkaansa. Mikäli vaihtoehtoisia hypoteeseja taas ei voida vahvistaa, antavat nämä omalta osaltaan tukea päähypoteesille opettajan teknologisten valmiuksien merkityksestä.

Opettajan teknologisiin valmiuksiin nojaavan päähypoteesin mukaan robotin tekninen toimivuus ei ole välttämätöntä robotin aktiivisen käytön kannalta, vaan opettajan oma kiinnostus ja omistautuminen robotin käytön opetteluun ovat vaikuttavampia tekijöitä tilanteessa, jossa robotin kanssa ilmenee teknisiä haasteita. Venkateshin, ym. (2003) UTAUT -malli kuitenkin antaa olettaa, että nimenomaan robotin teknisellä toimivuudella olisi ensisijaisen tärkeä rooli robotin aktiivisen käytön kannalta ja että robotin teknisten haasteiden tulisi olla vähäiset ja robotin toimivuuden korkea, jotta robotin vapaaehtoisesti aktiivinen käyttö olisi todennäköistä. Kun UTAUT -mallin oletus robotin teknisen toimivuuden tärkeydestä käännetään prosessin jäljittämisen menetelmään sopivaan muotoon, saadaan aikaan tutkimuksen vaihtoehtoinen hypoteesi 1.

Vaihtoehtoinen hypoteesi 1: Robotin toimivuus on robotin aktiivista käyttöä määrittävä reunaehto. Opettajan teknologisia valmiuksilla voi olla merkitystä vain tilanteissa, joissa robotin hyvä tekninen toimivuus on taattu.

Tämän vaihtoehtoisen hypoteesin 1 mukaan robotin tekninen toimivuus on välttämätön robotin aktiivista käyttöä määrittävä tekijä, sillä se mahdollistaa robotin luotettavan ja

ennakoitavan sovittamisen opetustilanteeseen normaalia toimintaa häiritsemättä sekä toimivuutensa myötä myös täyttää robotin käytölle asetetut pedagogiset tavoitteet ja on hyödyllinen. Mikäli robotin tekninen toimivuus on opettajan teknologisia valmiuksia merkittävämpi robotin aktiivista käyttöä määrittävä muuttuja, opettajan teknologiset valmiudet eivät auta tilanteissa, joissa robotissa ilmenee teknisiä haasteita, ennalta arvaamattomia toimintoja tai robotin tekninen kyvykkyys täyttää robotin käytölle asetettuja pedagogisia tavoitteita on puutteellinen.

Toinen vaihtoehtoinen ja potentiaalinen robotin käytön vaativuuden arviota määrittävä ja robotin koettuun hyödyllisyyteen vaikuttava tekijä on ulkopuolinen robotin käyttöä helpottava apu eli UTAUT -mallin (Venkatesh, ym., 2003) mukainen fasilitoivien tekijöiden muuttuja. Kun UTAUT -mallin oletus fasilitoivien tekijöiden tärkeydestä robotin aktiivisessa käytössä asetetaan prosessin jäljittämiseen soveltuvaan muotoon, saadaan aikaan tutkimuksen vaihtoehtoinen hypoteesi 2.

Vaihtoehtoinen hypoteesi 2. Fasilitoivat tekijät ovat välttämättömiä robotin aktiivisen käytön kannalta. Opettajan teknologisia valmiuksilla voi olla merkitystä vain tilanteissa, joissa on tarjolla robotin käyttöä helpottavia fasilitoivia tekijöitä.

Vaihtoehtoisen hypoteesi 2. mukaan robotin aktiivinen käyttö ei ole kyseisessä tutkittavassa tapauksessa ollut riippuvaista robotin teknisestä toimivuudesta tai opettajan teknologisista valmiuksista, vaan ulkoisista resursseista, jotka tukevat robotin käyttöä. Ulkopuolisiksi käyttöä helpottaviksi resursseiksi voidaan katsoa useita eri tekniseen toimivuuteen ja käytön sujuvuuteen pyrkiviä apuja kuten teknisiä manuaaleja, IT-tukihenkilöä tai palvelunumeroa, koulutustuokioita, robotin saatavuutta tai robotin käyttöön omistettua tukihenkilöä. Mikäli fasilitoivat tekijät ovat välttämättömiä robotin aktiivisen käytön kannalta, opettajan ei ole mahdollista käyttää robottia aktiivisesti ilman että, hänellä on tähän ulkopuolisia tukitoimia huolimatta. Opettajan omilla teknologisilla valmiuksilla ja robotin teknisellä toimivuudella on merkitystä vasta kun tarvittavat fasilitoivat tekijät ovat läsnä. Mikäli fasilitoivat tekijät voidaan todistaa välttämättömiksi robotin aktiivisen käytön mahdollistaviksi tekijöiksi, päähypoteesi tulee kumota tai sitä tulee muokata. Jos taas fasilitoivien tekijöiden välttämättömyyttä ei voida todistaa, päähypoteesi pysyy ennallaan ja fasilitoivat tekijöiden voidaan korkeintaan katsoa olevan

robotin käyttöön vaikuttavia tekijöitä, mutta ei sen välttämättömiä prosessin jäljittämisen mukaisia reunaehdoja.

6. Tutkimusaineisto ja analyysimenetelmä

6.1. Aineiston keruu

Valtaosa tutkielman kerätyistä aineistosta perustuu Tampereen yliopiston Ihmiskeskeisen teknologian tutkimusryhmän toteuttaman, neljä kuukautta kestäneen pilottitutkimuksen aikana kerättyyn aineistoon. Tutkijat ovat keränneet tutkimuksen aineiston syyslukukautena vuonna 2018, lukuun ottamatta huhtikuussa 2018 toteutettua tutkimukseen osallistuville opettajille teetettyä alkukyselyä. Pilottitutkimus on toteutettu osana Tampereen kaupungin Smart Tampere Digiohjelman opetusrobottikokeilua. Tutkimukseen on osallistunut 8 erään suomalaisen alakoulun opettajaa, jotka ovat saaneet syksyn ajaksi käyttöönsä vieraiden kielten opetuskäyttöön tarkoitetun robotin. Tutkimukseen osallistuneista 41-65 vuotiaista opettajista 7 on naisia ja 1 on mies. Yhden opettajan luokka on valittu tutkimuksen keskiössä olevaksi intensiivisemmän havainnoinnin ja aineistonkeruun kohteeksi, muiden opettajien ollessa kevennetyn havainnoinnin piirissä. Pilottitutkimuksen aikana kerätty, robotin käyttökokemusta tarkasteleva aineisto sisältää opettajille teetettyjä kyselylomakkeita, robottia käyttäneiden opettajien verkkopäiväkirja-aineiston sekä opettajille teetettyjä haastatteluja robotin käytöstä opetusluokassa. Intensiivisempään havainnointiin valikoituneelle luokalle on edellisen aineistonkeruun lisäksi teetetty robotin käyttöä sisältäneiden opetustilanteiden videointia sekä oppilaiden vanhemmille suunnattuja kyselyjä.

Tutkielman hyödyntäessä aineistoa, joka on kerätty alakouluikäisten lasten kouluympäristöstä, tutkimuseettiset kysymykset tutkimukseen osallistujien suostumuksesta, tutkimuksen vaikutuksen piirissä olevien suostumuksesta, aineiston keräämisestä, tietosuojasta ja tulosten raportoinnista on huomioitu tutkielman toteutuksessa erityishuomiota ja tarkkuutta noudattaen. Tutkimusryhmä on ennen tutkimuksen aloitusta kerännyt tutkimusluvan Tampereen kaupungilta sekä saanut

tutkimussuostumuksen tutkimukseen osallistuneen koulun rehtorilta ja opettajilta sekä tutkimukseen osallistuvien oppilaiden huoltajilta. Tutkimusryhmä on myös konsultoinut eettistä toimikuntaa ennakoarvioinnin tarpeesta, mutta erillistä ennakoarviointia ei ole katsottu tarpeelliseksi. Ennakoarviointia ei ole tarvinnut suorittaa, koska tutkimus oli suunniteltu ja toteutettu niin että, aineiston keruu on tehty täysin opettajan valvonnan alaisena, lapsia ei ole suoraan haastateltu tutkijoiden toimesta, koko operusrobottikokeilu sekä robotilla tehtävät asiat ovat olleet täysin opettajien määriteltävissä (ei tutkijoiden määrittelemiä) ja robotin käyttö on tapahtunut osana normaalia luokkaopetusta. Myös vuorovaikutustilanteet lasten ja robotin välillä on pidetty varmuuden vuoksi lyhyinä, 10-15 minuuttia yhtä käyttökertaa kohden ja niin että altistusta on tapahtunut maksimissaan kerran viikossa. Tutkimussuostumus on vaatinut erityistä tarkkaavaisuutta varsinkin tutkimukseen osallistuvien lasten osalta. Tutkijoiden on tullut esimerkiksi varmistaa, ettei tutkimukseen osallistuminen aiheuta merkittävää haittaa lapsen oppimisen kehitykselle ja että lapsen huoltajilla ei olisi vaihtoehtoja lapsen edun vastaista syytä hyväksyä tutkimukseen osallistumista ja näin on myös tehty. Tutkittavilla on lisäksi ollut oikeus keskeyttää tutkimukseen osallistuminen ja tutkimussuostumus, missä vaiheessa tahansa ilman seuraamuksia.

Tutkimus, jonka aikana tarkasteltava aineisto on kerätty, on toteutettu osana lasten normaalia kouluarkea ja oppitunteja. Mikäli tutkimuksen toteutuksen aikana olisi havaittu mahdollisia merkkejä esimerkiksi oppimisen merkittävästä viivästyimisestä tai tarpeettomasta mielipahasta, tutkimus olisi eettisistä syistä pitänyt mahdollisesti keskeyttää, mutta kyseisiä merkkejä ei havaittu ja tutkimus voitiin toteuttaa kokonaan. Muutaman kerran tutkimuksen aikana oppilas on silminnähävästi pettynyt, kun robotti ei ole ymmärtänyt oppilaan puhetta, mutta opetustilannetta ohjannut opettaja on hoitanut kulloinkin kyseiset tilanteet omalla ammattitaidollaan käynnistäen robotista jonkin korvaavan toiminnon. Tutkimuksesta kerättyä aineistoa on säilytetty huolellisesti tietoturvasuojan mukaisesti ja lupa sen anonymisoituun luovuttamiseen tutkimukseni toteutustani varten on kysytty henkilöiltä, joita luovutettava aineisto koskee. Olen myös tehnyt kirjallisen sopimuksen aineiston luovuttamisesta, tietoturvallisesta säilyttämisestä ja hävittämisestä tutkimuksen päätteeksi yhdessä pilottitutkimusta johtaneen Aino Ahtisen kanssa. Kyseinen tutkimus on myös kirjoitettu niin, ettei opettajien henkilöllisyyttä ole mahdollista päätellä tutkimuksen esiin tuomasta tutkimuksen kontekstin kuvauksesta ja valituista aineistokatkelmista. Myöskään mahdollisista muista

myöhemmistä tutkimuksesta kirjoitettavista julkaisuista tai muusta julkisesta tutkimusta koskevasta ei saa löytyä tutkimukseen osallistuneiden tutkittavien henkilöllisyyttä vihjaavia seikkoja.

6.2. Tutkimusaineistot

Kyseisessä tutkielmassa hyödynnetään seuraavia pilottitutkimuksen aikana kerättyjä aineistoja:

Opettajien kyselylomakkeet - Tutkimukseen osallistuneet opettajat ovat täyttäneet kaksi verkkokyselyä odotuksistaan, kokemuksistaan ja asenteistaan robotin käyttöön liittyen. Molemmat kyselyt sisältävät samat asteikolliset ja avoimet kysymykset käytettäviin opetusrobotteihin liittyen. Pilottitutkimuksen ensimmäinen, robottia koskevia ennako-odotuksia kartoittava keskittyvä kysely toteutettiin ennen kokeilun alkua keväällä 2018 ja siihen vastasi 8 koulun opettajaa. Pilottitutkimuksen toiseen, kokeilun aikana lokakuussa 2018 toteutettuun kyselyyn puolestaan vastasi 4 ensimmäisen vaiheen kyselyn täyttäneitä opettajaa. Robotin käyttöä koskevia ennako-odotuksia ja välikyselyssä arvioituja käyttäjäkokemuksia mitattiin molemmissa kyselyissä 16 kappaleella erillisiä robottia koskevia väitteitä, joiden sopivuutta vastaaja arvioi 7-portaisella Likert-asteikolla (1= Täysin eri mieltä... 7= Täysin samaa mieltä). Väittämät olivat koskeneet robotin soveltuvuutta, käyttöä ja hyödyllisyyttä opetuksessa, robotin toimivuutta, oppilaiden suhtautumista robottiin sekä opettajan omaa halukkuutta käyttää robottia. Robottia koskevia asenteita puolestaan mitattiin molemmissa kyselyissä standardoidulla robottiasenne-kyselyllä (engl. Robot Attitudes Scale, RAS) (Broadbent, ym., 2009; Stafford, ym., 2014), joka koostui 12 kappaleesta robottia kuvailevia vastinpareja 8-portaisella jatkumolla. Jatkumon pienet arvot viitasivat negatiiviseen adjektiiviin ja korkeat arvot viitasivat tämän vastakohtaiseen positiiviseen adjektiiviin (esim. 1= tylsä... 8= kiinnostava). Vastinparit koskivat oletettuja ja koettuja robotin luonteenpiirteitä, käyttöä ja opetussisältöjä.

Opettajien verkkopäiväkirjat - Kolme tutkimukseen osallistunutta ja molemmat kyselylomakkeet täyttäneitä opettajaa vastasivat jokaisen robotin käyttökerran jälkeen lyhyeen robotin käyttökokemusta arvioivaan ja tutkimuksen päiväkirjana toimivaan

verkkokyselyyn. Verkkokyselyn avoimet kysymykset koskivat robottiaivusteiseen opetukseen liittyviä käyttäjäkokemuksia, käyttötapoja ja käytössä ilmenneitä mahdollisia haasteita. Samassa verkkokyselyssä on kerätty myös robotin käytön tilanteen peruselementtejä koskevia tietoja kuten robottia käyttäneen ryhmän luokka-asteita, opeteltuja kieliä sekä kyseisen ryhmän aiempien robotin käytön kertojen määriä. Verkkopäiväkirjamerkintöjä on raportoitu yhteensä 48 kappaletta ja ne ovat jakautuneet opettajien välille siten, että eniten merkintöjä tuottanut intensiiviseen havainnointiin osallistunut opettaja on kirjannut 33 päiväkirjamerkintää, muiden kyselyyn vastanneiden opettajien tuottaessa 9 ja 6 päiväkirjamerkintää.

Opettajien teemahaastattelut- Pilottitutkimuksen päätteeksi tutkimuksessa mukana pysyneille ja verkkopäiväkirjamerkintöjä täyttäneille kolmelle opettajalle teetettiin puolistrukturoidut loppuhaastattelut, joilla pyrittiin syventämään kyselylomakkeilla ja päiväkirja-aineistolla saatua tietoa opetusrobotin käyttäjäkokemuksista, soveltuvuudesta, hyväksyttävyydestä sekä robotin sisällyttämisestä opetukseen. Haastatteluissa kysyttiin muun muassa opettajan ajatuksia robotin hyödyllisyydestä, teknisestä toimivuudesta, lasten suhtautumisesta robottiin sekä opettajan omasta halukkuudesta käyttää robottia. Haastatteluissa käytettyyn opetusrobottiin viitataan robotin nimellä ”Elias”.

Seurantakysely tutkimuksen päätyttyä - Pilottitutkimuksen aikana kerättyä aineistoa täydennettiin vielä kevään 2019 aikana kolmelle tutkimuksen lopussa haastatellulle opettajalle teetetyillä seurantakyselyillä. Seurantakyselyt toteutettiin neljä kuukautta varsinaisen pilottitutkimuksen päätyttyä. Kyselyssä kartoitettiin, kuinka aktiivisesti opettaja oli jatkanut robotin käyttöä pilottitutkimuksen päättymisen jälkeen, oliko robotin käytön aktiivisuus vastannut opettajan omia odotuksia, oliko robotin käyttö levinnyt koulussa sekä opettajan omia arvioita hänen robotin käytön aktiivisuuden tai sen vähäisyyden syistä. Kaikki kolme loppuhaastatteluihin osallistunutta opettajaa vastasivat seurantakyselyyn.

Sähköpostien vaihto tutkimuksen johtajan kanssa – Pilottitutkimuksen aikana kerättyä aineistoa on vielä täydennetty ja tulkittu spesifeillä pilottitutkimusta koskevilla tutkimuksen johtajalle osoitetuilla sähköposteilla. Sähköpostin välityksellä lähetetyt kysymykset ovat koskeneet esimerkiksi robotin käytön apuna olleita ulkoisia resursseja sekä tutkimukseen osallistumisen vapaaehtoisuutta.

Tutkimuksen puolella välissä teetetyt käyttäjäkokemusta mittaavan kyselyn ja tutkimuksen lopussa teetetyt loppuhaastattelun merkityksen korostuvat robotin aktiiviseen käyttöön johtaneen prosessin tarkastelussa. Viisi tutkimukseen osallistunutta opettajaa eivät ole osallistuneet tutkimuksen loppuhaastatteluun, eikä heidän halukkuuttaan käyttää robottia tutkimushankkeen päätyttyä voitu siis tunnistaa. Täten vain kolmen kaikkiin tutkimuksen mittauspisteisiin vastanneen opettajan aineistot voitiin ottaa huomioon lopullisessa tutkimuksen analyysissä. Jäljelle jääneet kolme opettajaa olivat 41-50 vuotiaita 2. luokan opettajina toimivia naisia, joilla ei kenelläkään ollut aiempaa kokemusta robottien kanssa toimimisesta. Kolmesta opettajasta vain yksi opettaja oli jatkanut robotin käyttöä aktiivisesti pilottitutkimuksen päätyttyä, joten prosessin jäljittämisen analyysi keskittyi pääosin vain tästä yhdestä robottia aktiivisesti käyttäneestä opettajasta kerättyyn aineistoon ja kyseisen opettajan aktiiviseen robotin käyttöön johtaneen prosessin tutkimiseen. Prosessin jäljittämisen tutkimusperinteen mukaisesti selitettävää lopputulosta voidaan tutkia vain kyseiseen lopputulokseen johtaneita prosesseja tutkimalla (Beach & Pedersen, 2019), joten muiden robottia heikosti käyttäneiden opettajien aineistot tuli jättää analyysissä pienemmälle huomiolle. En myöskään hyödyntänyt tutkimuksen analyysissä opetustilanteissa kuvattua videomateriaalia, jotta tutkimukseen osallistuneiden alaikäisten oppilaiden henkilöllisyys ei paljastuisi varsinaisen tutkimuksen toteuttaneen tutkimusryhmän ulkopuolelle, minun ollessa ainoastaan tutkimusaineistoa hyödyntävä kolmas osapuoli.

6.3. Prosessin jäljittämisen analyysi

Olen edennyt tutkielmassani neljännessä luvussa tarkemmin esittelemääni prosessin jäljittämisen metodologiaa seuraten (Beach & Pedersen, 2019). Aloitin analyysin eri tutkimushypoteeseja vahvistavien ja kumoavien havaintojen määrittelyllä sekä todistusaineiston merkittävyyden arvioinnilla. Luokittelin ensin aineistosta etsittävät hypoteeseja tukevat havainnot karkeasti neljään eri tyyppiin: toistuviin kaavoihin, ajallisiin tai paikallisiin asioiden esiintymisjärjestyksiin, mekanismin jättämiin jälkiin sekä selityksiin, joita empiirisen todistusaineiston sisällöt antavat suoraan muuttujan vaikutuksesta tarkasteltavaan lopputulokseen. Tämän jälkeen luokittelin mekanismien tunnusmerkit sekä niiden uniikkiuden että havaintovarmuuden perusteella pyrkimyksenäni tunnistaa, kuinka luotettavaa tietoa saavutettava todistusaineisto antaisi

kyseisen prosessin vahvistamisen puolesta. Havaintoja on voitu käyttää todistusaineistona vasta, kun niiden merkitystä on arvioitu aiempaa teoriaa ja tilannetta koskevaa tietoa yhdistäen (Beach & Pedersen, 2019). Perustin todistusaineiston merkittävyyden luokittelun prosessin jäljittämiseksi tyypilliseen yksinkertaiseen Bayesin lauseeseen (posteriorinen α todennäköisyys \times aiempi tieto). Lauseen mukaan asetetun päähypoteesin validiteettia tarkastellaan todistusaineiston keräämisen jälkeen (posteriorinen). Päähypoteesin validiteetti on tällöin sitä yhtä suuri kuin löydetyn todistusaineisto päähypoteesia vahvistavan vaikutuksen suhde vaihtoehtoisten hypoteesien vahvistavaan vaikutukseen (todennäköisyys), kerrottuna aiempaan tutkimusaineistoon perustuvaan arvioon hypoteesin todennäköisyydestä (aiempi tieto) (Beach ja Pedersen, 2019).

6.3.1. Päähypoteesin operationalisointi

Mikäli opettajan teknologisilla valmiuksilla olisi ollut välttämätön vaikutus robotin aktiiviseen käyttöön, tutkimusaineistosta oletettaisiin löytyvän merkkejä opettajan hyvästä teknologisten valmiuksien tasosta jo ennen robotin käytön aloittamista. Tämän lisäksi tulisi havaita merkkejä opettajan oman innovatiivisuuden, optimistisuuden, itsevarmuuden ja korkean epämukavuuden sietokyvyn linkittymistä robotin käytön vaativuuden ja robotin hyödyllisyyden arvioihin sekä sosiaalisten ja fasilitoivien tekijöiden merkitykseen. Seuraavassa kappaleessa esitän listauksen mahdollisista päähypoteesin eri osia tukevista havainnoista, jotka löytyessään voivat toimia päähypoteesia tukevana päähypoteesin eri osien testauksessa hyödynnettävänä todistusaineistona. Lista oletettavista mekanismin eri osia esiintuvista havainnoista on esitetty myös laadullisesti luokiteltuna tiivistyksenä kappaleen lopussa esiintyvässä taulukossa 1.

Päähypoteesin vaihe 1: Opettajan innovatiivisuus ja optimistisuus parantavat opettajan arvioita robotin hyödyistä ja lisäävät opettajan kiinnostusta käyttää robottia.

Havainto 1a. – Yhdenmukaiset tapahtumat, joissa opettaja toistuvasti osoittaa innostustaan robotin edustamaan tulevaisuuskuvaan ja on kiinnostunut uusien

teknologioiden käytöstä jo ennen robotin käytön aloitusta. Mikäli päähypoteesin vaihe 1 olisi merkittävä robotin käyttöön vaikuttanut tekijä, olisi hyvin todennäköistä, että opettajan innovatiivisuuteen ja ajatusjohtajuuteen viittaavaa uusista teknologioista kiinnostumista voitaisiin havaita tutkimusmateriaalista opettajan omaa robottiin suhtautumista koskevissa kannanotoissa jo ennen robotin käyttöä. Opettajan kiinnostus uusien teknologioiden käyttöön ei kuitenkaan olisi havaintona päähypoteesille uniikki, vaan opettajan näkemykset omista teknisistä taidoistaan voisivat olla korkeita myös vaihtoehtoisten hypoteesien tilanteissa. Havainto 1a:n mukaista todistusaineistoa tulee löytää tutkimusaineistosta ajallisesti myös ennen robotin käytön aloitusta, jotta innovatiivisuuden voitaisiin katsoa olevan aikajärjestyksessä yksi ensimmäisistä robotin aktiiviseen käyttöön johtaneista prosessin osatekijöistä.

Havainto 1b – Toistuvat tilanteet, joissa opettajan kuvailut robotin käytön hyödyistä ovat optimistisia. Kyseinen päähypoteesin ensimmäistä vaihetta tukeva havainto olisi yhdenmukainen teknologisesti hyvin valmiutuneen käyttäjän taipumusten kanssa (Lin, ym., 2007; Parasuraman, 2000), joten sen havaitseminen kyseisessä pilottitutkimuksessa olisi päähypoteesin läsnä ollessa todennäköistä ja suhteellisen uniikkia, mutta ei itsessään riittäisi vielä kumoamaan vaihtoehtoisia hypoteeseja robotin aktiiviseen käyttöön johtaneista prosesseista, sillä havainto on mahdollinen myös vaihtoehtoisissa hypoteeseissa. Havainto 1b:n mukaista todistusaineistoa tulisi löytää tutkimusaineistosta ajallisesti myös ennen robotin käytön aloitusta, jotta optimistisuuden voidaan katsoa olevan aikajärjestyksessä yksi ensimmäisistä robotin aktiiviseen käyttöön johtaneista prosessin osatekijöistä.

Havainto 1c – Suora vaikuttavan mekanismin jättämä jälki, jossa opettaja kokee robotin hyödylliseksi ja haluaa käyttää sitä, vaikka robotista ei olisi todellisuudessa hyötyä. Kyseinen päähypoteesin vaihetta 1 tukeva havainto olisi selkeästi yhdenmukainen ja teknologisesti valmiutuneen käyttäjän taipumusten mukainen (Lin, ym., 2007; Parasuraman, 2000), joten sen havaitseminen kyseisessä pilottitutkimuksessa olisi päähypoteesin läsnä ollessa uniikki päähypoteesin ensimmäisen vaiheen todiste. Havainto ei kuitenkaan olisi kovinkaan todennäköinen, sillä robotista mitä todennäköisemmin oletetaan olevan myös jotain hyötyä, sillä muuten kyseisen opetusrobotin tutkimisessa ei olisi mitään tarkoitusta.

Päähypoteesin vaihe 2: Opettajan itsevarmuus parantaa opettajan arviota robotin käytön vaivattomuudesta ja vähentää fasilitoivien tekijöiden tarvetta.

Havainto 2a – Toistuvat tilanteet, joissa opettaja suhtautuu itsevarmasti omiin kykyihinsä ratkaista robotin toiminnassa ilmeneviä robotin käyttöön vaikuttavia haasteita. Mikäli päähypoteesin vaihe 2 olisi merkittävä robotin käyttöön vaikuttanut tekijä, olisi hyvin todennäköistä, että opettajan korkeasta teknisestä itsevarmuudesta voitaisiin tehdä myös havaintoja opettajan robotin käyttöä koskevasta tutkimusmateriaalista. Opettajan tekninen itsevarmuus ei kuitenkaan olisi havaintona päähypoteesin kannalta uniikki, vaan opettajan näkemykset omista teknisistä taidoistaan voisivat olla korkeita myös vaihtoehtoisten hypoteesien tilanteissa. Havainto 2a:n mukaista todistusaineistoa tulisi löytää tutkimusaineistosta ajallisesti sekä ennen robotin käytön aloitusta robotin käyttöön rohkaisevana tekijänä, että robotin käytön aikana teknisten haasteiden ilmetessä. Ajallisten havaintojen avulla itsevarmuuden voitaisiin katsoa olevan aikajärjestyksessä seuraava robottia koskevan kiinnostuksen heräämisen jälkeen vaikuttava robotin aktiiviseen käyttöön johtaneista prosessin osatekijöistä.

Havainto 2b – Ajalliset tapahtumasarjat, joissa robotin käyttö ei olisi mahdollista ilman opettaja omaa aktiivista ongelmanratkaisukykyä. Päähypoteesin vaihetta 2 tukevan havainnon uniikkisuus olisi korkea, sillä se spesifisti osoittaisi, kuinka opettajan oma itsevarma ja aktiivinen suhtautuminen mahdollistaa robotin käytön. Havainto myös kumoaisi vaihtoehtoiset robotin teknistä toimivuutta ja fasilitoivia tilannetekijöitä korostavat vaihtoehtoiset hypoteesit 1 ja 2. Havainnon todennäköisyys olisi kuitenkin alhainen, sillä opettajan käyttämiä ulkoisia resursseja, kuten esimerkiksi robotin käyttöön perehdyttävää koulutusta, voisi olla vaikea tunnistaa opettajan raportoinneista. Havainto siis itsessään vahvistaisi päähypoteesin vaiheen 1 läsnäolon robotin aktiiviseen käyttöön vaikuttavassa prosessissa, mutta havainnon puuttuminen ei toisaalta antaisi merkittävää tietoa päähypoteesin vaihetta 1 vastaan.

Päähypoteesin vaihe 3: Opettajan korkea epä mukavuuden sietokyky suojaa opettajan myönteistä arviota robotin käytön vaivattomuudesta.

Havainto 3a – Toistuvat ajalliset tapahtumasarjat, joissa robotin tekniset haasteet eivät lannista opettajan halukkuutta käyttää robottia. Päähypoteesin kolmannen osan pitäessä

paikkansa havainto olisi todennäköinen, sillä robotin tekniset haasteet varhaisessa tutkimusvaiheessa ovat todennäköisiä ja vaihtelevia. Havainto ei kuitenkaan olisi uniikki ja pelkällä opettajan nopealla ongelmanratkaisukyvyllä selitettävissä, vaan se olisi mahdollinen myös tilanteessa, jossa opettaja voisi ratkoa teknisiä haasteita myös ulkoisen avun kanssa. Uusien teknologioiden käyttöönottoa koskevat tutkimustulokset tukisivat oletusta teknologisten valmiuksien ja robotin nopean ja omatoimisen oppimisen yhteydestä (Lin, ym., 2007). Havainto 3a:n mukaista todistusaineistoa tulisi löytää tutkimusaineistosta ajallisesti erityisesti tutkimuksen myöhemmältä ajanjaksolta, jolloin opettaja olisi jo kohdannut useita robotin käyttöä haittaavia teknisiä haasteita. Mahdolliset havainnot auttaisivat sijoittamaan korkean epävarmuuden sietokyvyn robotin aktiiviseen käyttöön johtaneen prosessin keskivaiheille alun innostuneiden kokeilujen ja pitkäjänteisemmän toiminnan ideoinnin ja suunnittelun väliin jääväksi, teknisiltä haasteilta suojaavaksi tekijäksi.

Havainto 3b – Suora, vaikuttavan mekanismin jättämä jälki, jossa opettaja jatkaa robotin käyttöä aktiivisesti omasta tahdostaan ratkaisemattomista teknisistä haasteista huolimatta. Löytyessään havainto 3b olisi uniikki päähypoteesin vaihetta 3 vahvistava todiste, sillä havainto osoittaisi, etteivät robotin toimivuuden haasteet vähentäisi teknisesti valmiutuneen opettajan robotin käytön aktiivisuutta. Havainto olisi kuitenkin epätodennäköinen, sillä robotin teknisistä haasteista johtuvien käytön taukojen tunnistaminen vaatisi päivittäisen robotin käyttöä koskevan tarkan aineiston läsnäoloa. Tarkasteltava opettaja olisi tutkimuksessa myös erityisasemassa ollessaan tutkimuksen tehostetun tarkkailun piirissä, joten tulisi löytää myös aineistoa, joka osoittaisi, ettei opettajan robotin aktiiviseen käyttöön vaikuttaisi muut ulkoiset seikat, kuten paine olla aktiivinen tutkimuksessa, vaan nimenomaan siitä, ettei opettaja kokisi robotin teknisten haasteiden vaikuttavan negatiivisesti hänen toimintaansa. Havainto olisi myös teoreettisesti epätodennäköinen, sillä useat tutkimukset osoittavat, kuinka uuden teknologian käytön vaativuus on merkittävä uuden teknologian käyttöönottoon vaikuttava tekijä (mm. Verkatesh, ym., 2003).

Päähypoteesin vaihe 4: Opettajan innovatiivisuus vähentää sosiaalisten tekijöiden merkitystä robotin käytön harkinnassa.

Havainto 4a – Yhdenmukaiset tapahtumat, joissa opettaja toistuvasti osoittaa innostustaan robotin edustamaan tulevaisuuskuvaan ja on kiinnostunut uusien teknologioiden käytöstä jo ennen robotin käytön aloitusta. Mikäli päähypoteesin vaihe 4 olisi merkittävä robotin käyttöön vaikuttanut tekijä, olisi hyvin todennäköistä, että opettajan innovatiivisuuteen ja ajatusjohtajuuteen viittaavaa uusista teknologioista kiinnostumista voitaisiin havaita tutkimusmateriaalista opettajan omaa robottiin suhtautumista koskevissa kannanotoissa jo ennen robotin käyttöä. Opettajan kiinnostus uusien teknologioiden käyttöön ei kuitenkaan olisi havaintona päähypoteesille uniikki, vaan opettajan näkemykset omista teknisistä taidoistaan voisivat olla korkeita myös vaihtoehtoisten hypoteesien tilanteissa. Päähypoteesin havainto 4a on riippuvainen päähypoteesin ensimmäisen vaiheen havainnosta 1a, sillä se vahvistaa voidaanko opettajassa havaita innovatiivisuutta.

Havainto 4b – Ajallinen tapahtumaketju, jossa robotin käyttöön kielteisesti suhtautuva sosiaalinen ilmapiiri ei vaikuta negatiivisesti opettajan aktiiviseen robotin käyttöön. Mikäli innovatiivisuuden kanssa yhtenevällä taipumuksella ajatusjohtajuuteen olisi merkitystä robotin aktiivisessa käyttöönotossa kuten päähypoteesin vaihe 4 olettaa, havainto 4a toimisi vahvana todisteena siitä, kuinka opettajan tekniset valmiudet ja opettajan innovatiivisuus suojaavat opettajaa robotin käyttöön kielteisesti vaikuttavalta sosiaaliselta ilmapiiriltä. Oletusta pohjaava tutkimustieto on kuitenkin vielä vähäistä ja sosiaalisen ilmapiirin tulisi olla robotin käyttöä kohtaan kielteinen, joten havainnon esiintyminen olisi varsin uniikki, mutta epätodennäköinen. Havainto 4b:n mukaista todistusaineistoa tulisi löytää tutkimusaineistosta ajallisesti erityisesti tutkimuksen loppupään ajanjaksolta, jolloin sosiaalisten tekijöiden uskotaan normaalisti nousevan merkityksellisiksi uusien teknologioiden käyttöön vaikuttaviksi tekijöiksi (Rogers, 1995).

Päähypoteesin vaihe 5: Opettajan muodostamat toiminta-aikomukset johtavat robotin aktiiviseen käyttöön.

Havainto 5 – Ajallinen tapahtumaketju, jossa pilottitutkimuksen jälkeinen robotin käytön aktiivisuus on korkea ja yhdenmukainen opettajan omien robotin käytön aktiivisuutta koskevien aikomusten kanssa. Kyseinen havainto olisi päähypoteesin vaihe 5:n vahvistamisen kannalta välttämätön ja hypoteesin ollessa totta myös hyvin

todennäköinen. Havainto ei olisi kuitenkaan uniikki kyseiselle, vaan myös vaihtoehtoiset hypoteesit 1 ja 2 olisivat kyseisessä havainnossa läsnä. Myös aiemmat tutkimustulokset tukevat oletusta toimeenpanoaikomuksen ja toiminnan välisestä yhteydestä (Gollwitzer & Sheeran, 2006). Havainto 5:n mukaisen todistusaineiston tulisi kohdistua ajallisesti nimenomaan pilottitutkimuksen jälkeiseen ajankohtaan, jotta kyseiset toimeenpanoaikomukset voitaisiin sijoittaa robotin aktiiviseen käyttöön johtaneen prosessin loppuvaiheille ennakoimaan robotin aktiivista käyttöä pilottitutkimuksen päätyttyä.

Havainto	Uniikkisuus	Havainto-varmuus	Vaikutus päähypoteesin vaiheeseen	Vaikutus kilpaileviin hypoteeseihin
1a. Innostus robotin edustamaan tulevaisuuskuvaan ja kiinnostus uusien teknologioiden käyttöön	Ei	Kyllä	Vaihe 1 Välttämätön	Ei vaikutusta
1b. Optimistinen näkemys robotin hyödyistä	Ei	Kyllä	Vaihe 1 Välttämätön	Ei vaikutusta
1c. Halu käyttää robottia ilman todellisia hyötyjä	Kyllä	Ei	Vaihe 1 Vahvistava	Kumoava
2a. Itsevarma suhtautuminen omiin kykyihin käyttää robottia	Ei	Kyllä	Vaihe 2 Välttämätön	Ei vaikutusta
2b. Robotin käyttö on riippuvaista opettajan omista kyvyistä	Kyllä	Ei	Vaihe 2 Vahvistava	Kumoava
3a. Robotin tekniset haasteet eivät lannista opettajaa	Ei	Kyllä	Vaihe 3 Välttämätön	Ei vaikutusta
3b. Robotin käyttö jatkuu teknisistä haasteista huolimatta	Kyllä	Ei	Vaihe 3 Vahvistava	Kumoava
4a. Innostus robotin edustamaan tulevaisuuskuvaan ja kiinnostus uusien teknologioiden käyttöön	Ei	Kyllä	Vaihe 4 Välttämätön	Ei vaikutusta
4b. Negatiivisen ilmapiirin vähäinen vaikutus	Kyllä	Ei	Vaihe 4 Vahvistava	Kumoava
5. Toiminta-aikomuksen mukainen korkea aktiivisuus	Ei	Kyllä	Vaihe 5 Välttämätön	Ei vaikutusta

Taulukko 1. Opettajan teknologisten valmiuksien ja robotin aktiivisen käytön välistä mekanismeista tukevat mahdolliset havainnot

6.3.2. Vaihtoehtoisten hypoteesien operationalisointi

Mikäli vaihtoehtoinen hypoteesi 1 pitäisi paikkansa ja robotin tekninen toimivuus olisi välttämätön tekijä robotin aktiivisen käytön kannalta, tutkimusaineistosta tulisi ensinnäkin etsiä viitteitä robotin toivotun kaltaisesta toimivuudesta ja luotettavuudesta eikä aineistosta tulisi löytää robotin tekniseen toimimattomuuteen viittaavia merkkejä. Jos taas vaihtoehtoinen hypoteesi 2 pitäisi paikkansa ja fasilitoivat robotin käyttöä helpottavat ulkoiset tekijät olisivat välttämättömiä robotin aktiivisen käytön mahdollistajia, tutkimusaineistosta tulisi havaita viitteitä sekä robotin toimivuuden haasteista että ulkopuolisen tuen merkityksestä robotin käytön haasteiden ratkaisussa ja robotin hyötyjen esiintuomisessa. Vaihtoehtoisia hypoteeseja 1 ja 2 testatessa aineistosta oletetaan löytyvän seuraavia, alla listattuja päähypoteesin eri osia kumoavia havaintoja. Listaus oletettavista vaihtoehtoisten hypoteesien 1 ja 2 eri osia esiintuovista havainnoista on esitetty myös laadullisesti luokiteltuna tiivistyksenä kappaleen lopussa esiintyvässä taulukossa 2.

Havainto 6a – Toistuvat tilanteet, joissa robotin käyttö onnistuu suunnitellulla tavalla opettajan odotusten mukaisesti (vaihtoehtoinen hypoteesi 1). Mikäli vaihtoehtoinen hypoteesi 1 robotin teknisen toimivuuden välttämättömyydestä robotin aktiivisessa käytössä pitäisi paikkansa, havainto 6a olisi välttämätön ja todennäköinen. Kuitenkin robotin keskeneräisyyden ja käynnissä olevan tutkimusvaiheen huomioiden tekniset haasteet ovat todennäköisiä, mikä tekee tästä vaihtoehtoisen hypoteesin 1 vahvistamisen kannalta välttämättömästä sulavan toimivuuden havainnosta epätodennäköistä. Havainto ei olisi myöskään kyseiselle selitykselle uniikki, joten se ei välttämättömyydestään huolimatta riittäisi muiden hypoteesien kumoamiseen.

Havainto 6b – Ajalliset tapahtumasarjat, joissa robotin tekniset haasteet vähentävät joko opettajan halukkuutta käyttää robottia tai näkemystä robotin käytön hyödyllisyydestä (vaihtoehtoinen hypoteesi 1). Kyseinen havainto olisi vaihtoehtoisen hypoteesi 1 kannalta uniikki, mutta ei välttämätön tai robotin aktiivisen käytön kontekstin huomioiden kovinkaan todennäköinen. Havainto olisi kuitenkin päähypoteesien olettamusten kanssa ristiriitainen eli kyseinen havainto riittäisi päähypoteesin kumoamiseen.

Havainto 7a – Ajalliset tapahtumasarjat, joissa robotin teknisiä haasteita ratkaistaan ulkoisilla resursseilla eivätkä haasteet siten vaikuta negatiivisesti opettajan käsitykseen robotin käytön vaativuudesta tai hyödyllisyydestä (vaihtoehtoinen hypoteesi 2). Kyseinen havainto olisi hyvin todennäköinen fasilitoivien tekijöiden merkitystä painottavalle vaihtoehtoiselle hypoteesille 2, ollen samaan aikaan teknisiä haasteita painottavan vaihtoehtoisen hypoteesi 1 kanssa ristiriitainen, mutta päähypoteesin kannalta merkityksetön. Vaihtoehtoisen hypoteesin 2 pitäessä paikkaansa, havainto olisi myös todennäköinen robotin ollessa vielä tutkimusvaiheessa, jolloin tekniset haasteet ovat odotettavissa.

Havainto 7b – Suorat kuvaukset tai ajalliset tapahtumasarjat, joissa opettaja ei ole kykenevä tai kertoo, ettei olisi kykenevä käyttämään robottia ilman ulkoista tukea (vaihtoehtoinen hypoteesi 2). Kyseinen havainto olisi uniikki fasilitoivien tekijöiden merkitystä painottavalle vaihtoehtoiselle hypoteesille 2, ollen samaan aikaan teknisiä haasteita painottavan vaihtoehtoisen hypoteesin 1 kanssa ristiriitainen. Suora havainto olisi uniikki, mutta ei kuitenkaan välttämätön vaihtoehtoisen hypoteesin 2 vahvistamisen kannalta.

Havainto	Uniikkisuus	Havainto-varmuus	Vaikutus vaihtoehtoiseen hypoteesiin	Vaikutus päähypoteeseihin
6a. Tekninen toimivuus korkea	Ei	Kyllä	Hypoteesi 1 Välttämätön	Ei vaikutusta
6b. Alhainen toimivuus vähentää robotin käyttöä	Kyllä	Ei	Hypoteesi 1 Vahvistava	Kumoava
7a. Tekniset haasteet ratkaistaan ulkoisella avulla	Ei	Kyllä	Hypoteesi 2 Välttämätön	Ei vaikutusta
7b. Opettaja ei kykene robotin käyttöön ilman apua	Kyllä	Ei	Hypoteesi 2 Vahvistava	Kumoava

Taulukko 2. Vaihtoehtoisia hypoteeseja tukevat mahdolliset havainnot

6.4. Eri hypoteesien testaus

Lähdin testaamaan teoretisoidun prosessin läsnäoloa testeillä, joita on tyypillisesti käytetty sosiaalitieteiden piirissä toteutettujen prosessin jäljittämisen tutkimuksissa

(Mahoney, 2012). Tutkimukseen valikoituneet prosessin vahvistamiseen käytetyt testit ovat Van Everan (Van Evera, 1997) kuvailema renkaan läpäisy -testi (engl. hoop test), savuava ase -testi (engl. smoking gun test) sekä epäilemättä ratkaiseva -testi (engl. doubly decisive test). Testit perustuvat aineistosta kerättävään todistusaineistoon, jota käytetään sekä päähypoteesin että vaihtoehtoisten hypoteesien vahvistamiseen ja kumoamiseen. Jokainen teoretisoidun mekanismin vaihe ja vaikutusvoima tulee kyetä havaitsemaan ja todistamaan erikseen, jotta kyseinen mekanismin vaihe voidaan laskea osaksi hypoteesin mukaista vaikutusmekanismia (Beach & Pedersen, 2019).

6.4.1. Renkaan läpäisy -testi

Analyysin ensimmäisessä vaiheessa toteutin hypoteeseille renkaan läpäisy -testin, jota käytetään usein virheellisten hypoteesien eliminoinnissa. Testissä tarkastellaan, ovatko hypoteesin kannalta välttämättömäksi katsotut ja korkean havainnointitodennäköisyyden havainnot läsnä saatavilla olevassa todistusaineistossa. Mikäli prosessin välttämättömiä lähtökohtia ei voida tunnistaa olemassa olevasta tai uudesta etsitystä aineistosta eikä hypoteesi siten läpäise testiä, havaintojen korkeasta esiintymisen todennäköisyydestä huolimatta, hypoteesin perimmäiset oletukset eivät pidä paikkaansa ja hypoteesi tulee kumota. Mitä uniikimmista lähtökohdista testi tehdään ja mitä vaikeampaa todennäköisiin havaintoihin perustuva testi on läpäistä, sitä parempaa näyttöä se antaa hypoteesin vahvistamiselle. Testi ei kuitenkaan usein itsessään vielä riitä vahvistamaan prosessin olemassaoloa, vaan antaa lähinnä vahvistusta prosessia tarkentaville testeille (Beach & Pedersen, 2019). Aloitin hypoteesien testauksen useiden välttämättömien hypoteesin perusoletusten sekä välttämättömiksi hypoteesin operationalisoinnissa katsottujen todistusaineistojen etsimisellä tutkimusaineistosta.

Päähypoteesin kaikkien osien varmistamiseksi testin tulisi läpäistä seuraavat kunkin päähypoteesin vaiheen edellyttämät vaiheet tuomalla esiin alla olevien havaintojen mukaista todistusaineistoa. Kaikki havainnot voidaan katsoa päähypoteesin vahvistamisen kannalta välttämättömiksi ja todennäköisiksi, joten niiden löytymättä jääminen kumoo päähypoteesin. Päähypoteesin edellyttämät havainnot:

- *Havainto 1a – Yhdenmukaiset tapahtumat, joissa opettaja toistuvasti osoittaa innostustaan robotin edustamaan tulevaisuuskuvaan ja on kiinnostunut uusien teknologioiden käytöstä jo ennen robotin käytön aloitusta.*
- *Havainto 1b – Toistuvat tilanteet, joissa opettajan kuvailut robotin käytön hyödyistä ovat optimistisia.*
- *Havainto 2a – Toistuvat tilanteet, joissa opettaja suhtautuu optimistisesti omiin kykyihinsä ratkaista robotin toiminnassa ilmeneviä robotin käyttöön vaikuttavia haasteita.*
- *Havainto 3a – Toistuvat ajalliset tapahtumasarjat, joissa robotin tekniset haasteet eivät lannista opettajan halukkuutta käyttää robottia.*
- *Havainto 4a – Ajallinen tapahtumaketju, jossa opettaja suhtautuu optimistisesti robotin edustamaan tulevaisuuskuvaan ja on kiinnostunut uusien teknologioiden käytöstä jo ennen robotin käytön aloitusta*
- *Havainto 5 – Ajallinen tapahtumaketju, jossa pilottitutkimuksen jälkeinen robotin käytön aktiivisuus on korkea ja yhdenmukainen opettajan omien robotin käytön aktiivisuutta koskevien aikomusten kanssa.*

Vaihtoehtoisten hypoteesien tulisi puolestaan läpäistä jompikumpi seuraavista tunnusmerkeistä pystyäkseen haastamaan päähypoteesin:

- *Havainto 6a – Toistuvat tilanteet, joissa robotin käyttö onnistuu suunnitellulla tavalla opettajan odotusten mukaisesti (vaihtoehtoinen hypoteesi 1).*
- *Havainto 7a – Ajalliset tapahtumasarjat, joissa robotin teknisiä haasteita ratkaistaan ulkoisilla resursseilla eivätkä haasteet siten vaikuta negatiivisesti opettajan käsitykseen robotin käytön vaativuudesta tai hyödyllisyydestä (vaihtoehtoinen hypoteesi 2).*

6.4.2. Savuava ase -testi

Kaikki hypoteesit, jotka läpäisevät yllä kuvatun renkaan läpäisy -testin, otetaan mukaan analyysin seuraavaan, savuava ase -testiin. Jos taas osaa tietyn hypoteesin välttämättömistä lähtökohdista ei voitu havaita läsnä oleviksi, kyseinen hypoteesi robotin aktiiviseen käyttöön johtaneesta prosessista tuli kumota tai muokata, kunnes hypoteesi saadaan sopimaan yhteen löydetyn todistusaineiston kanssa. Analyysin toisessa

vaiheessa toteutettavaa savuava ase -testiä käytetään usein hypoteesien eliminoimisen sijaan niiden vahvistamiseksi. Testi pyrkii selittämään, mikä vaikuttava mekanismi M selittää tunnistettujen välttämättömien tekijöiden X ja selitettävän lopputuloksen Y yhteyttä. Testi olettaa, että tekijöiden X ja Y yhtäaikainen olemassaolo on seuraus muuttujia yhdistävästä ja niiden väliin jäävästä näkymättömästä kausaalisesta prosessista. Tämä prosessi voidaan tuoda esiin etsimällä prosessin läsnäolon todistavia tunnusmerkkejä, jotka hypoteesi jättää toteutuessaan ja joiden muodostuminen ilman kyseistä mekanismia olisi hyvin epätodennäköistä. Savuava ase -testien tyypillisiä tunnusmerkkejä ovat niiden vahva uniikkisuus, mutta alhainen havaitsemisen todennäköisyys. Vaikka mekanismin todistavien tunnusmerkkien löytyminen antaa vahvistusta prosessin läsnäololle, ei kaikkien prosessien voida olettaa jättävän näkyviä jälkiä tai ne voivat olla hyvin harvinaisia, joten niiden puuttuminen ei toisaalta myöskään riitä kumoamaan hypoteeseja. Savuavan ase -testin luotettavuus riippuu yleistyksistä, joihin oletettu mekanismi perustuu. Mikäli tutkittavan mekanismin tunnusmerkit ovat hyvin yleisiä eikä niitä siltikään voida tunnistaa, teoretisoitu prosessi on mitä todennäköisemmin virheellinen, kun taas harvinaisten tunnusmerkkien puuttuminen voidaan katsoa sallittavaksi. Lisäksi, jos mekanismin tunnusmerkkeihin perustuvat oletukset todetaan kyseenalaisiksi, testin pohjalta tehtyjen johtopäätösten luotettavuus heikkenee.

Jotta päähypoteesille saadaan vahvistusta, aineistosta tulisi tunnistaa seuraavat tunnusmerkit:

- *Havainto 1c – Suora vaikuttavan mekanismin jättämä jälki, jossa opettaja kokee robotin hyödylliseksi ja haluaa käyttää sitä, vaikka robotista ei olisi todellisuudessa hyötyä.*
- *Havainto 2b – Ajalliset tapahtumasarjat, joissa robotin käyttö ei olisi mahdollista ilman opettajan omaa aktiivista ongelmanratkaisukykyä.*
- *Havainto 3b – Suora vaikuttavan mekanismin jättämä jälki, jossa opettaja jatkaa robotin käyttöä aktiivisesti omasta tahdostaan ratkaisemattomista teknisistä haasteista huolimatta.*
- *Havainto 4b – Ajallinen tapahtumaketju, jossa robotin käyttöön kielteisesti suhtautuva sosiaalinen ilmapiiri ei vaikuta negatiivisesti opettajan aktiiviseen robotin käyttöön.*

Vaihtoehtoisten hypoteesien vahvistaminen puolestaan vaatisi joidenkin seuraavien tunnusmerkkien havaitsemista:

- *Havainto 6b – Ajalliset tapahtumasarjat, joissa robotin tekniset haasteet vähentävät joko opettajan halukkuutta käyttää robottia tai näkemystä robotin käytön hyödyllisyydestä (vaihtoehtoinen hypoteesi 1).*
- *Havainto 7b – Suorat kuvaukset tai ajalliset tapahtumasarjat, joissa opettaja ei ole kykenevä tai kertoo ettei olisi kykenevä käyttämään robottia ilman ulkoista tukea (vaihtoehtoinen hypoteesi 2).*

6.4.3. Epäilemättä ratkaiseva -testi

Toistettavat hypoteesien mahdollisuutta ja varmistusvahvuutta kaventavat testit ja näitä tukevat todistusaineistot pyrkivät lopulta kaventamaan mahdollisia vaikuttavia prosesseja ja todistusaineistoa viimeiseen epäilemättä ratkaiseva -testiin. Epäilemättä ratkaiseva -testi on korkea sekä uniikkiutensa sekä havaintovarmuutensa puolesta ja siten riittäisi sekä vahvistamaan tutkittavan hypoteesin että kumoamaan muut vaihtoehtoiset hypoteesit. Samaan aikaan korkean havaitsemisen todennäköisyyden puolesta testissä epäonnistuminen riittää kumoamaan tutkittavan hypoteesin. Epäilemättä ratkaiseva -testin muodostaminen tosielämän tilanteissa on kuitenkin hyvin haastavaa esimerkiksi tarvittavan tarkan todistusaineiston löytymisen takia, joten tutkimuksen viimeisen testin tulisi olla sekä mahdollisimman uniikki että mahdollisimman todennäköisesti havaittavissa. Prosessin jäljittämisen nojattessa voimakkaasti vaihtoehtoisten hypoteesien eliminointiin, epäilemättä ratkaiseva -testin tulisi nojata erityisesti korkeaan havaitsemisen todennäköisyyteen. Riittävän monet ja haastavat renkaan läpäisy -testit voivat toimia tehokkaina vaihtoehtoisten hypoteesien kumoajina ja siten auttaa vahvistamaan tutkittavaa päähypoteesia alhaisemmasta uniikkiudesta huolimatta. Haasteista huolimatta pyrin tutkimuksessani kuitenkin epäilemättä ratkaiseva -testin muodostukseen.

Jotta päähypoteesille saadaan vahvistusta, aineistosta tulisi tunnistaa seuraavan havainnon mukaista todistusaineistoa:

- *Havainto 8 – Aktiivinen robotin käyttö oppitunneilla on ollut vapaaehtoista ja täysin opettajan teknologisista valmiuksista kumpuavan motivaation, suunnittelutyön ja ongelmanratkaisukyvyn varassa.*

7. Tulokset

7.1. Renkaan läpäisy -testi

7.1.1. Päähypoteesin välttämättömät reunaehdot

Tutkimuksen päähypoteesin mukaan opettajan teknologiset valmiudet johtavat robotin käyttöä koskevaan toiminta-aikomukseen ja robotin aktiiviseen käyttöön opettajan. Olettamani prosessin mukaan opettajan hyviä teknologisia valmiuksia ilmentävät piirteet (innovatiivisuus, optimistisuus, itsevarmuus ja epävarmuuden korkea sietokyky) edesauttavat opettajan myönteisiä arvioita robotin hyödyllisyydestä ja käytön vaivattomuudesta ja vähentävät sosiaalisten- ja failitoivien tekijöiden merkitystä robotin käyttöä koskevan toiminta-aikomuksen muodostuksessa. Aloitin päähypoteesin eri vaiheiden vahvistamiseen pyrkivän testauksen renkaan läpäisy -testin avulla.

Päähypoteesin vaihe 1: Innovatiivisuus ja optimistisuus

Päähypoteesin ensimmäisen, opettajan innovatiivisuuteen ja optimistisuuteen viittaavan vaiheen, reunaehtoien täyttyminen vaati opettajan innovatiivisuutta ja optimistisuutta esiintuovien havaintojen 1a ja 1b löytymistä tutkimusaineistosta:

Havainto 1a – Yhdenmukaiset tapahtumat, joissa opettaja toistuvasti osoittaa innostustaan robotin edustamaan tulevaisuuskuvaan ja on kiinnostunut uusien teknologioiden käytöstä jo ennen robotin käytön aloitusta. Opettajan kiinnostunut ja innovatiivinen suhtautuminen robotin käyttöön on havaittavissa ennako-odotuksia kartoittavan kyselyn avoimissa vastauksissa, joissa opettaja kertoo olevansa innostunut robotin käytöstä, näkevänsä kokeilun olevan osa tulevaisuutta ja kokevansa itsensä osaksi edelläkävijöiden joukkoa.

”Olen todella innostunut – minusta tämä on tulevaisuutta ja olemme edelläkävijöitä. Hieno hanke, jossa saan olla mukana!” – Opettaja 3, tutkimushankkeen alkamista edeltävä ennakkokysely

Sama tulevaisuusorientoitunut ja uusien käyttömahdollisuuksien etsimisestä kiinnostunut kuvaus on havaittavissa myös opettajalle tutkimuksen päätteeksi teetetyssä loppuhaastattelussa.

”Sen (Elias) käyttäminen on tosi innostavaa mulle opettajana, koska se on niin uudenlainen ja tommonen uusi digitaalinen työväline. Tollasta ei oo ennen ollutkaan. Mä ainakin itse innostun siitä ja haluan miettiä, miten sitä voi käyttää ja millä tavalla sen saa lasten kanssa... mitä sillä voi opettaa ja miten sitä voi käyttää” – Opettaja 3, tutkimuksen loppuhaastattelu

Opettaja tuo pilottitutkimuksen jälkeisessä loppuhaastattelussa esiin myös halukkuutensa olla mukana robotin jatkokehittämisessä tästä opettajalta suoraan kysyttäessä. Opettaja linkittää robotin käytössä havaitsemansa positiiviset hyödyt myönteiseen tulevaisuuskuvaan ja kiinnostukseensa jatkaa robotin käyttöä ja kehittämistä.

”Kehittää, joo, niiku olla siinä kehittäjänä ja kun on nähnyt sen, miten hienosti se toimii lasten kanssa, että mikä on palaute siitä, se palaute mikä tulee heti, kun Elias on lasten kanssa, niin se innostaa jatkamaan ja siitä näkee sen, että tässä on ideoita, tässä on tulevaisuutta.” – Opettaja 3, tutkimuksen loppuhaastattelu

Opettaja kertoo myös hänelle neljä kuukautta pilottitutkimuksen päätyttyä teetetyssä seurantakyselyssä olevansa itse motivoitunut robotin käyttöön ja kokevansa robotin olevan mahtava työväline ja todellinen oppilaiden ja opettajan kaveri.

Havainto 1b – Toistuvat tilanteet, joissa opettajan kuvailut robotin käytön hyödyistä ovat optimistisia. Pilottitutkimuksen aloitusta edeltävässä robottia koskevia ennakkoodotuksia kartoittavassa kyselyssä käy ilmi, että opettaja arvioi robotin hyödyllisyyden, robotin innostavuuden ja motivoivuuden sekä omat halunsa käyttää robottia optimistisesti

korkeiksi jo ennen robotin käyttöä opettajan arvioidessa näiden kuvausten paikkansapitävyyttä arvolla 7 (1= Täysin eri mieltä... 7= Täysin samaa mieltä). Samaisessa kyselyssä opettaja arvioi väitteiden ”uskon robotin auttavan ja helpottavan oppimista” sekä ”uskon keksiväni robotille hyviä käyttötarkoituksia” paikkansapitävyyttä arvolla 6. Havaintojen voidaan nähdä tukevan opettajan korkeaa lähtökohtaista optimistisuutta robotin hyödyistä. Opettajan näkemykset robotin hyödyistä pysyvät yhtä optimistisinä opettajalle toistetussa käyttäjäkokemusta kartoittavassa välikyselyssä ainoana poikkeuksena vielä optimistisempi käsitys robotin opettamista helpottavasta vaikutuksesta, sillä opettaja arvio robotin opettamista helpottavan vaikutuksen paikkansapitävyyttä arvolla 7. Opettajan optimistinen suhtautuminen robotin hyötyihin näkyy myös opettajan robotin käytöstä kirjaamistaan päiväkirjamerkinnöistä, joissa opettaja kuvailee toistuvasti oppilaiden myönteistä suhtautumista kielen opetteluun robotin kanssa ja kuinka oppilaat tekevät paljon vieraskielisten sanojen toistoja ja omatoimista oppitunnin ulkopuolista robotin kanssa harjoittelua. Opettaja raportoi myös ulkopuolisten vierailijoiden huomanneen robotin tuomat hyödyt.

”Todella hyvin toistivat yhdessä Eliaksen kanssa. Pareittain tekivät luokan ulkopuolella, vain 6 ehti. Meillä oli brittiläinen vieras, joka hämmästeli kuinka hyvin ja rauhallisesti lapset työskentelivät Eliaksen kanssa (eritoten parityössä)” – Opettaja 3, päiväkirjamerkintä joulukuulta

Opettajan näkemykset robotin hyödyistä tulevat esiin myös opettajan loppuhaastattelussa, jossa robotin potentiaalista ja mahdollisuuksista kysyttäessä, opettaja kertoo tunnistavansa robotin mahdollisesti parantavan oppilaiden muistijälkiä opetelluista asioista.

”On, ja mä jäin miettimään tätä, että mitä se muistijälki oppilailla yleensäkin koulusta. Kyllä se varmaan on, että hei mä silloin puhuin sen robotin kanssa ja harjoittelin vaikka numeroita, et mä osaan ne numerot ku mä sen kanssa. Jotenki se muistijälki sen kanssa on takuulla vahvempi kuin et sä opettelet sanakokeeseen tai käytät pädiä. Onks se sit kokemuksellinen vai elämyksellinen muistijälki, millä termeillä puhutaan, ni se on semmone” – Opettaja 3, tutkimuksen loppuhaastattelu

Opettaja myös kuvailee haastattelussa robotilla toteutettua monta erilaista lähestymistapaa ja oppianetta yhdistävää joulujuhlaprojektia. Opettaja näkisi, että jokaisessa koulussa tulisi olla oma robotti, jota voisi hyödyntää kaikkia oppilaita koskettavassa kielten opiskelussa ja erilaisissa koodaukseen innostuneille sopivissa projekteissa. Edellisiin havaintoihin nojaten voidaan todeta, että opettaja suhtautuu robotin käyttöön ja robotin edustamaan tulevaisuuskuvaan innovatiivisen kiinnostuneesti ja sen hyötyihin optimistisesti. Opettajan innovatiivisuutta ja optimistisuutta kuvaavat havainnot voidaan asettaa myös ajallisesti robotin aktiiviseen käyttöön johtaneen prosessin alkuun, sillä kyseiset havainnot voidaan tehdä jo robotin käyttöä edeltäneestä ennakkokyselystä. Näin ollen opettajan voidaan todeta osoittavan innovatiivisuuden ja optimistisuuden taipumuksia, ja päähypoteesin ensimmäinen vaihe läpäisee renkaan läpäisy -testin.

Päähypoteesin vaihe 2: Itsevarmuus

Päähypoteesin toisen osan mukaan opettajan itsevarmuus kykyihinsä käyttää robottia on yksi merkittävä robotin aktiivisen käytön edellytys. Päähypoteesin toisen vaiheen vahvistaminen vaatii opettajan itsevarmuutta esiin tuovan havainto 2a:ta vastaavan todistusaineiston löytymistä tutkimusaineistosta.

Havainto 2a – Opettaja suhtautuu optimistisesti omiin kykyihinsä ratkaista robotin toiminnassa ilmeneviä robotin käyttöön vaikuttavia haasteita. Pilottihankkeen aloittamista edeltävästä, robottia koskevia ennakkoasenteita kartoittavasta kyselystä käy ilmi, että opettajan ennakkoasenteet robotin käytön helppoudesta, toiminnan varmuudesta tai luotettavuudesta eivät ole kovinkaan myönteisiä, sillä opettaja on arvioinut näiden robottia koskevien kuvausten paikkansa pitävyyttä kyselylomakkeessaan arvolla 3 (1= Täysin eri mieltä... 7= Täysin samaa mieltä). Samasta kyselylomakkeesta käy ilmi, että vaikka opettajan usko robotin käytön helppouteen, varmuuteen ja luotettavuuteen on alhainen, niin siitä huolimatta opettajan itsevarmuus robotin käytöstä on korkea, sillä opettaja on arvioinut robotin käytön opettelemisen helppouden pitävän paikkaansa arvolla 5. Ennakkoasenteita mittaavan kyselyn lisäksi opettajan toiminnallinen varmuus tulee ilmi myös opettajan päiväkirjamerkinnöistä, joista ilmenee erilaisten teknisten haasteiden ja niiden mahdollisten syiden selkeää määrittelyä, ongelmien

ratkaisukeskeistä tunnistamista. Opettaja osoittaa myös omaa kontrollin tunnettaan erittelemällä robotin teknisiä haasteita itsestään riippumattomilla tekijöillä sen sijaan, että opettaja epäilisi omia taitojaan käyttää robottia tai yksin toteaisi robotin olevan toimimaton identifioimatta robotin toimimattomuuden syitä ja mahdollisia ratkaisun piirteitä. Opettaja raportoi myös yksittäisiä itsenäisiä teknisten haasteiden onnistuneita ratkaisuja.

”Elias ei vastaa kysymyksiin, jos on hälinää” – Opettaja 3, päiväkirjamerkintä elokuulta

”Elias kuulee ja ymmärtää helpoiten matalampia ääniä” – Opettaja 3, päiväkirjamerkintä lokakuulta

”Choregraphea on suht helppo käyttää, muutama ongelma dialogiskriptissä” – Opettaja 3, päiväkirjamerkintä marraskuulta

”... Eliaksen oma kännykkä ei toimi, emme tiedä miksi! Käytän omaa kännykkää, se toimii.” – Opettaja 3, päiväkirjamerkintä marraskuulta

*”Elias höpöttää... Bugeja ei ole päivitetty”
– Opettaja 3, päiväkirjamerkintä joulukuulta*

Opettajan aktiivinen ja varma teknisiin haasteisiin suhtautuminen tulee esiin myös opettajan loppuhaastattelussa, jossa opettaja kertoo, etteivät tekniset haasteet vaikuta häneen merkittävästi, vaan hän kykenee ratkomaan niitä itsenäisesti.

*”Ehkä mä oon enemmän ollut sen kanssa niin jotenki mä ehkä pystyn niiku pääsemään yli niistä teknisistä, että mä sammutan ja avaan uudestaan ja laitan sovelluksen... buuttaan niitä ja pystyn jatkamaan... Tekninen varmuus pitää saada (robottiin), että siihen pystyy luottamaan.”
– Opettaja 3, tutkimuksen loppuhaastattelu*

Opettaja on edellisiin havaintoihin perustuen itsevarma, sillä hän suhtautuu omiin robotin käytön taitoihinsa varmalla ja luottavaisella tavalla. Havaintoja opettajan itsevarmuudesta

voidaan tehdä sekä ennen tutkimuksen alkua, että robotin kokeilun varhaisissa vaiheissa, joten opettajan itsevarmuus voidaan todeta läsnä olevaksi myös robotin aktiiviseen käyttöön johtaneiden prosessien alkuvaiheilla. Näin ollen päähypoteesin toinen vaihe läpäisee renkaan läpäisy -testin.

Päähypoteesin vaihe 3: Korkea epämukavuuden sietokyky

Päähypoteesin kolmannen, opettajan korkeaan epämukavuuden sietokykyyn, viittaavan vaiheen reunaehtojen täyttyminen vaatii opettajan korkeaa epämukavuuden sietokykyä esiintuovan havainto 3a:ta tukevan todistusaineiston löytymistä.

Havainto 3a – Ajallinen tapahtumasarja, jossa robotin tekniset haasteet eivät lannista opettajan halukkuutta käyttää robottia. Robotin käyttöä koskevista päiväkirjamerkinnöistä voidaan havaita, ettei robotin käyttö ole sujunut opettajalta täysin ongelmitta, vaan opettaja on raportoinut teknisen toimivuuden haasteita päiväkirjamerkinnöissään kahdesti kahdeksasta käyttökerrasta ennen robotin käyttökokemusta mittaavan välikyselyn toteuttamista. Välikyselyn mukaan opettajan halukkuus käyttää robottia on korkea, sillä opettaja arvioi robotin käytön halukkuutta koskevan väittämän pitävän paikkansa arvolla 7 (1= Täysin eri mieltä... 7= Täysin samaa mieltä), vaikka opettajan asenteet robotin käytön helppoudesta, toiminnan varmuudesta tai luotettavuudesta eivät ole kovinkaan myönteiset, sillä opettaja on arvioinut samassa kyselyssä edellä mainittujen piirteiden paikkansa pitävyyttä arvolla 3. Robotin käytön haasteet eivät siis näytä heijastuvan alhaisempana robotin käytön halukkuutena, joten opettajan epämukavuuden sietokyvyn voidaan tulkita olevan korkea. Välikyselyyn vastaamisen jälkeen opettaja on raportoinut käyttäneensä robottia 25 kertaa, joista 13 merkintää sisältävät huomion teknisestä haasteesta (esim. ”Sovelluksen ja chatin vaihto on välillä hankalaa, Elias jumittaa”). Tutkimushankkeen päättyessä opettajalle teetetyn loppuhaastattelun havainnot tukevat oletusta siitä, etteivät robotin tekniset haasteet lannista opettajan halukkuutta käyttää robottia, sillä opettaja kertoo olevansa innoissaan robotin käytöstä ja haluavansa jatkaa sitä, vaikka robotin kanssa ilmeneekin teknisiä haasteita.

”Mä koin sen tosi innostavana kans. Joka tunnin jälkeen mulla oli semmonen filis, että vitsit tää on hieno homma. Meni se sitten vähän pilalle tai ei toiminut niin hyvin, ni kuitenkin on semmonen että tää on niin hieno

juttu, että tässä on niiku, että tätä pitää jatkaa.” – Opettaja 3, tutkimuksen loppuhaastattelu

Loppuhaastattelussa haastattelijan kysyessä suoraan robotin chat-ominaisuuden teknisistä ongelmista, opettaja kertoo teknisistä haasteista ja tunnistaa ne hyvin, mutta jatkaa kertomalla omasta robotin käyttöä koskevasta innostuksestaan. Kyseisen sisällöllisesti suoran havainnon voidaan katsoa tukevan oletusta, että opettajan epämukavuuden sietokyky on korkea, sillä robotin teknisen toimivuuden haasteet eivät laske opettajan myönteistä suhtautumista robottia kohtaan.

”On joo. Sovellus ei toimi kunnolla, ku chatti tulee sieltä läpi koko ajan. Se päpättää ihan, miten sattuu ni. Just mietittiin että, siinä on niin paljon sitä sisältöä enkussa, ni se sekottuu. Se pitää saada huomenna kuntoon. Mutta ranska ja saksa, se sovellus toimii hyvin. Et ne on ollu ihan ok. Tai siis tosi hyvin itseasiassa. Ja mä oon taas niin super innostunut, että mä ykkösten kanssa eilen tein pienryhmissä mä otin niitä luokassa, ne oli niin innoissaan kuule. Joo, ne on aivan.” – Opettaja 3, tutkimuksen loppuhaastattelu

Opettajan korkea epämukavuuden sietokyky robotin kanssa toimimisessa tulee selkeästi esiin molemmissa haastattelun havainnoissa, joten opettajan omien valmiuksien omaksua ja kiinnostua uusista teknologioista voidaan tulkita olevan läsnä robotin teknisten haasteiden merkitysten arvioinnissa. Myöskään robotin tekniset haasteet eivät näytä aiheuttavan opettajalle voimakkaita epämukavuuden tai epävarmuuden kokemuksia. Korkean epämukavuuden sietokyvyn voidaan todeta korostuvan erityisesti tutkimuksen loppupuoliskolla, sillä robotin käyttöä koskevien teknisten haasteiden raportoinnin määrä on selkeästi kasvanut opettajan päiväkirjamerkinnöissä tutkimuksen edetessä lähemmäs sen loppupäätä. Edellisiin havaintoihin perustuen voidaan todeta, että opettajan kyky sietää epämukavuuden kokemuksia on korkea ja näin ollen päähypoteesin kolmas vaihe läpäisee renkaan läpäisy -testin.

Päähypoteesin vaihe 4: Innovatiivisuus

Päähypoteesin neljännen, opettajan innovatiivisuuteen ja innovatiivisuuden kanssa yhtenevään ajatusjohtajuuteen, viittaavan osan reunaehtojen täyttyminen vaatii opettajan innovatiivisuutta esiin tuovan havainto 4a:n löytymistä tutkimusaineistosta.

Havainto 4a – Yhdenmukaiset tapahtumat, joissa opettaja toistuvasti osoittaa innostustaan robotin edustamaan tulevaisuuskuvaan ja on kiinnostunut uusien teknologioiden käytöstä jo ennen robotin käytön aloitusta. Päähypoteesin neljännen vaiheen edellyttämä havainto 4a on yhtenevä päähypoteesin ensimmäisen osan edellyttämän havainto 1a:n kanssa, joten päähypoteesin neljännelle osalle ei tarvitse suorittaa erillistä renkaan läpäisy –testiä, vaan se läpäisee testin päähypoteesin ensimmäiselle osalle suoritettun renkaan läpäisy -testin tuloksiin perustuen.

Päähypoteesin vaihe 5: Toimeenpanoaikomus

Päähypoteesin viimeisen vaiheen mukaan robotin aktiiviseen käyttöön johtaneen prosessin viides vaihe muodostuu robotin käyttöä koskevan aikomuksesta ja toiminta-aikomuksen yhteydestä toteutuneeseen robotin käytön aktiivisuuteen. Jotta päähypoteesin mukaisen prosessin oletettu viides vaihe pitäisi paikkansa, tutkimusaineistosta tulisi saada vahvistusta robotin aktiivista käyttöä ja robotin käytön aikomuksia esiin tuovalle havainto 5:lle.

Havainto 5 – Tutkimushankkeen jälkeinen robotin käytön aktiivisuus on korkea ja yhdenmukainen opettajan omien robotin käytön aktiivisuutta koskevien aikomusten kanssa. Tutkimushankkeen jälkeen teetetyssä robotin käytön jatkamista kartoittavassa seurantakyselyssä opettaja on raportoinut jatkaneensa robotin käyttöä aktiivisesti (kerran viikossa tai useammin). Tämä robotin käytön aktiivisuus on myös vastannut opettajan omaa joulukuusta arviota siitä, kuinka paljon opettaja on uskonut käyttävänsä robottia kevään aikana. Opettaja kertoo käyttäneensä robottia erityisesti esikoululaisten kanssa sekä erityisluokassa. Opettajan loppuhaastattelusta on havaittavissa toiminta-aikomukset robotin käytöstä nimenomaan esikoululaisten kanssa.

”...Mä meen itseasiassa tänään eskareitten yhden opettajan kanssa, joka siihen lähtee ni katotaan miten Elias nyt jo vois... Elias vois vieraila siellä jo nyt alustavasti, vähä niitä kieliä, vähän niiku katon mitä se halua...” ”Joo. Ens vuonnahan alkaa niillä kikatus (kielikylpy) sitte. Se niiku menee alaspäin. Siinä mielessä tää on oikeesti aika mielenkiintonen. (juttelua S2 aiheesta kurssiharjoitustyöksi).” – Opettaja 3, tutkimuksen loppuhaastattelu

Opettaja ottaa myös itse suoraan kantaa näkemykseensä robotin kanssa toimimisen suunnittelun tärkeydestä kokien, että robotin onnistunut käyttö vaatii selkeitä robotin käyttöä koskevia suunnitelmia.

”... jos mä en oo ite suunnitellu jotain mitä tehdään Eliaksen kanssa, ne se ei oo enää semmonen yllätysmomentti, että se on täällä. Että sitten se on mun vastuulla, että mä oon tehnyt jonkun suunnitelman, tuntisuunnitelman, missä Elias on käytössä. Et se ei ehkä itsessään ku ne on tottunu siihen, ni se että se vaan on tossa (ei enää riitä). Vaan sen pitää olla jotenkin siinä työskentelyn touhussa.” – Opettaja 3, tutkimuksen loppuhaastattelu

Edellisiin havaintoihin perustuen voidaan todeta, että opettaja on käyttänyt robottia aktiivisesti ja suunnitelmallisesti ja että opettaja on tehnyt jo alustavia toimintasuunnitelma ensi vuoden puolelle koskien robotin käyttöä. Näin ollen myös päähypoteesin viides vaihe läpäisee renkaan läpäisy -testin.

Kaikille päähypoteesin osille teetettyjen renkaan läpäisy -testien myötä voidaan todeta, että aineisto antaa alustavaa tukea päähypoteesille ja sen testaamista voidaan jatkaa savuava ase -testillä sellaisenaan oletettua prosessia vielä tässä kohtaa muuttamatta. Testi on antanut vahvaa näyttöä siitä, että kaikki päähypoteesin kannalta välttämättömät osatekijät; innovatiivisuus, optimistisuus, itsevarmuus, korkea epämukavuuden sietokyky, robotin käyttöä koskeva toiminta-aikomus ja robotin aktiivinen käyttö, ovat läsnä ja havaittavissa tutkittavassa tilanteessa. Havaintojen ajallinen esiintymisjärjestys antaa myös tukea päähypoteesin mukaiselle merkittävien tekijöiden ajalliselle järjestykselle lukuun ottamatta päähypoteesin neljättä vaihetta, jonka ajallista esiintymistä tarkastellaan vasta seuraavassa savuava ase -testissä. Renkaan läpäisy -testi kuitenkin vain vahvistaa välttämättömiksi oletettujen osatekijöiden läsnäolon tutkittavassa tilanteessa, eikä pysty vielä ottamaan kantaa siihen ovatko osatekijät välttämättömiä robotin aktiivisen käytön kannalta tai mikä painoarvo vaihtoehtoisilla hypoteeseilla on robotin aktiivisen käytön selityksessä.

7.1.2. Vaihtoehtoisten hypoteesien välttämättömät reunaehdot

Robotin teknistä toimivuutta painottava ensimmäinen vaihtoehtoinen hypoteesi 1 olettaa, että robotin hyvästä teknisestä toimivuudesta seuraavan helpon ja miellyttävän käytön olevan merkittävä robotin aktiiviseen käyttöön johtava tekijä. Vaihtoehtoisen hypoteesin 1 tarkka testaus kuitenkin edellyttäisi, että se läpäisisi ensin sen reunaehtoja testaavan renkaan läpäisy -testin. Hypoteesin reunaehtona toimivan havainto 6a mukaan robotin käytön tulisi onnistua suunnitellulla tavalla opettajan odotusten mukaisesti ilman robotin käyttöä haittaavia teknisiä haasteita, jotta vaihtoehtoisen hypoteesi 1 mukainen oletus robotin teknisestä toimivuudesta välttämättömänä robotin aktiivisen käytön mahdollistajana voisi pitää paikkaansa.

Havainto 6a – Toistuvat tilanteet, joissa robotin käyttö onnistuu suunnitellulla tavalla opettajan odotusten mukaisesti. Päähypoteesin kolmatta vaihetta testaavassa renkaan läpäisy -testissä kuitenkin tulee havainto 3a:ta tukevan todistusaineiston myötä selkeästi ilmi, että robotissa on ilmennyt lukuisia teknisiä haasteita. Näistä teknisistä haasteista huolimatta opettaja on käyttänyt robottia aktiivisesti. Havainto 3a:ta tukeva todistusaineisto on siis ristiriidassa robotin teknistä toimivuutta painottavan ensimmäisen vaihtoehtoisen hypoteesin 1 reunaehtoien kanssa ja vaihtoehtoinen hypoteesi 1 kumotaan. Robotin hyvä tekninen toimivuus ei ole voinut olla tutkittavassa tilanteessa robotin aktiivisen käytön välttämätön ehto.

Robotin käytössä helpottavien fasilitoivien tekijöiden merkitystä painottava toinen vaihtoehtoinen hypoteesi 2 puolestaan olettaa, että robotin käyttöä tukevat ulkoiset resurssit ovat merkittävä uuden testausvaiheessa olevan robotin aktiivisen käytön edellytys. Vaihtoehtoisen hypoteesin 2 tarkka testaus edellyttää, että vaihtoehtoinen hypoteesi 2 läpäisee sen reunaehtoja testaavan renkaan läpäisy -testin havainto 7a avulla. Hypoteesin reunaehtona toimivan havainto 7a mukaan aineistosta tulisi löytää näyttöä siitä, että mikäli robotin kanssa ilmenee teknisiä haasteita, opettajalla on ollut käytössään ulkopuolisia tukiresursseja, jotta vaihtoehtoinen hypoteesi 2 fasilitoivien tekijöiden välttämättömyydestä robotin aktiivisen käytön ehtona voisi pitää paikkaansa.

Havainto 7a – Ajalliset tapahtumasarjat, joissa robotin teknisiä haasteita ratkaistaan ulkoisilla resursseilla, eivätkä haasteet siten vaikuta negatiivisesti opettajan käsitykseen

robotin käytön vaativuudesta tai hyödyllisyydestä. Opettajan robotin käyttöä koskevista päiväkirjamerkinnöistä tulee esiin, että opettaja on saanut ulkopuolista tukea robotin käytössä, joten vaihtoehtoinen hypoteesi 2 läpäisee renkaan läpäisyn testin.

”Ensin tuli pieni virhe koodiin, mutta (nimi poistettu) huomasi sen ja auttoi. Sen jälkeen kaikki toimi ok!” – Opettaja 3, päiväkirjamerkintä joulukuulta

Edellisiin havaintoihin perustuen, opettaja on käyttänyt ulkoisia resursseja ratkaistessaan robotin käyttöä koskevia haasteita vaikuttamatta merkittävästi opettajan käsitykseen robotin käytön vaativuudesta. Näin ollen myös vaihtoehtoinen hypoteesi 2 läpäisee renkaan läpäisy -testin.

Kummallekin vaihtoehtoiselle hypoteesille teetetyt renkaan läpäisy -testin myötä voidaan todeta, että ensimmäinen vaihtoehtoinen hypoteesi 1 kumotaan, sillä sen edellyttämää robotin moitteetonta teknistä toimivuutta ei voitu havaita aineistosta. Näin ollen ensimmäisen vaihtoehtoisen hypoteesi 1:n testaamista ei jatketa. Toinen vaihtoehtoinen hypoteesi 2 kuitenkin läpäisee renkaan läpäisy -testin, sillä aineistosta voitiin havaita sen kannalta välttämättömien fasilitoivien tekijöiden läsnäolo. Renkaan läpäisy -testi kuitenkin vain vahvistaa vaihtoehtoisen hypoteesin 2 kannalta välttämättömiksi oletettujen osatekijöiden läsnäolon tutkittavassa tilanteessa, eikä testin avulla voida vielä ottaa kantaa siihen ovatko osatekijät välttämättömiä robotin aktiivisen käytön kannalta tai mikä painoarvo vaihtoehtoisella hypoteesi 2:lla on robotin aktiivisen käytön selityksessä.

7.2. Savuava ase -testi

Savuavan aseiden testi suoritetaan renkaan läpäisy -testistä selvinneille robotin aktiivista käyttöä selittävien osien teoretisoiduille vaikutusmekanismeille. Prosessin jäljittämisen tutkimusperinteen mukaisesti savuava ase -testi pystyy ainoastaan vahvistamaan oletetun prosessin osatekijöiden välttämättömyyden, mikäli oikea todistusaineisto löytyy, mutta ei kumoamaan niitä, mikäli tarvittava todistusaineisto osatekijän vahvistukselle puuttuu. Savuava ase -testin läpäiseminen toisin sanoen vahvistaa kyseisen hypoteesin mukaisen tekijän olevan välttämätön vaihe tutkittavaan lopputulokseen johtavaa prosessia.

Havainnot ovat kuitenkin uniikkeja ja harvinaisia, joten havainnon poissaolo ei vaikuta päähypoteesin uskottavuuteen, ainostaan vahvistaa sen, mikäli havainto löydetään (Beach & Pedersen, 2019.)

7.2.1. Päähypoteesia vahvistavat uniikit havainnot

Päähypoteesin vaihe 1: Innovatiivisuus ja optimistisuus robotin käyttöä koskevan kiinnostuksen lisääjänä

Päähypoteesin ensimmäisen vaiheen renkaan läpäisy -testissä voitiin havaita opettajan olevan sekä innovatiivinen että optimistinen. Renkaan läpäisy -testiä seuraavalla savuava ase -testillä tarkastellaan opettajan innovatiivisuuden ja optimistisuuden vaikuttavaa mekanismia robotin hyötyjen näkemiseen ja robotin käytön innokkuuteen. Savuava ase -testissä aineistosta tulisi löytää havainto 1c:n mukainen todistusaineisto, joka toisi esiin, kuinka opettajan optimistinen näkemys, kosken robotin hyötyjä vaikuttaa merkittävästi robotin aktiiviseen käyttöön mahdollistamalla robotin käytön sen välittömistä todellisista hyödyistä huolimatta.

Havainto 1c – Opettaja kokee robotin hyödylliseksi ja haluaa käyttää sitä, vaikka robotista ei olisi todellisuudessa hyötyä. Robotin todellisten hyötyjen arvioinniksi havainto 1c:tä tarkastellaan poikkeuksellisesti muiden pilottitutkimukseen osallistuneiden ja robottia käyttäneiden opettajien robotin hyötyjä koskevien arviointien perusteella. Opettajat, jotka eivät ole käyttäneet robottia aktiivisesti tutkimuksen päätyttyä, eivät pysty itsessään selittämään robotin aktiiviseen käyttöön johtaneita tekijöitä, mutta heidän arvioidensa tarkastelu robotin hyödyllisyydestä on kyseisessä tilanteessa perusteltua. Robottia aktiivisesti käyttävän opettajan omaa arviota ei voida pitää selkeänä robotin todellisten hyötyjen viitteenä, sillä päähypoteesin pitäessä paikkansa, opettajan optimistisuus ja innovatiivisuus vaikuttavat myönteisesti opettajan näkemykseen robotin hyödyistä. Tutkimukseen osallistuneen kahden muun opettajan, robottia heikosti käyttäneen opettajan arviot robotin hyödyistä ovat selkeästi tutkittavaa opettajaa alhaisempia, sillä he ovat arvioineet robotin käyttöä koskevassa välikyselyssä robotin hyödyllisyyden paikkaansa pitävyyttä arvioilla 4 ja 5 kun taas robottia aktiivisesti käyttänyt opettaja on arvioinut robotin hyödyllisyyden paikkaansa pitävyyttä arvolla 7 (1= Täysin eri mieltä... 7= Täysin samaa mieltä).. Tulee kuitenkin huomata, etteivät opettajat

myöskään ole tuominneet robottia täysin hyödyttömäksi. Sama optimistisuutta ja jonkinasteista hyödyllisyyttä osoittava ero tulee esiin myös robottia koskevia asenteita kartoittavassa välikyselyssä, jossa kaksi muuta opettajaa ovat arvioineet robottia kuvaavaa ”hyödytön – hyödyllinen” adjektiiviparia hyödyllisen puoleen kallistuvalla arvolla 5 (1= hyödytön... (8= hyödyllinen), tutkittavan opettajan arvioidessa robottia voimakkaasti hyödyllisyyden ääripäätä kuvaavalla arvolla 8. Robotin käyttöä koskevassa loppuhaastattelussa molemmat opettajat kuvailevat robotin käyttöä haastavaksi ja sisällöllisesti melko alkeelliseksi. Molemmat opettajat kuitenkin näkevät, kuinka paljon oppilaat innostuvat Eliaksesta ja siinä suhteessa kokevat robotin toimivaksi oppilaalle viihdyttävien oppituntien rakentamiseen.

”Joo. Suosittelisit Eliasta muille opettajille? Ja jos suosittelisit niin mihin erityisesti?” – Haastattelija, opettaja 5 tutkimuksen loppuhaastattelussa

”Yhtenä työvälineenä joo. Ja nimenomaan niiden oppilaiden reaktioiden perusteella. En ehkä niin, että mä näkisin että se sitä sisältää opettaa paremmin tai tehokkaammin kuin joku muu. Mutta kun oppilaat selkeästi on siitä niin innostuneita niin se on mun mielestä se peruste minkä takia sitä kannattaa suositella.” – Opettaja 5, tutkimuksen loppuhaastattelu

Esitettyihin havaintoihin perustuen robotin jonkin asteiset hyödyt ovat myös muiden opettajien tunnistamia, eikä päähypoteesin ensimmäinen vaihe läpäise havainto 1c:tä vastaavaa todistusaineistoa hakevaa savuavan aseiden testiä.

Päähypoteesin vaihe 2: Tekninen itsevarmuus robotin käytön mahdollistavana tekijänä

Päähypoteesin toiselle osalle suoritettussa renkaan läpäisy -testissä havaittiin opettajan suhtautuvan omiin robotin käytön taitoihinsa itsevarmasti, joten päähypoteesin toiselle osalle voidaan suorittaa myös savuava ase -testi. Savuava ase -testissä tarkastellaan opettajan itsevarmuuden vaikuttavaa mekanismia robotin käytön sinnikkääseen ja itsenäiseen harjoitteluun etsimällä aineistosta todisteita havainto 2b:n läsnäolosta. Havainto 2b:n mukainen todistusaineisto tuo esiin, kuinka opettajan tekninen itsevarmuus vaikuttaa merkittävästi robotin aktiiviseen käyttöön mahdollistamalla robotin käytön sen teknisistä haasteista ja ulkopuolisten resurssien puutteesta huolimatta.

Havainto 2b – Toistuvat tapahtumat, joissa robotin käyttö ei olisi mahdollista ilman opettajan omaa aktiivista ongelmanratkaisukykyä. Opettajan robotin käyttöä koskevasta 33 kappaleesta päiväkirjamerkintöjä hieman yli puolessa 17 kappaleessa merkintöjä on viitattu robotin teknisiin haasteisiin, mutta vain yhdessä merkinnässä kerrotaan, että robotin tekninen haaste on estänyt robotin käytön jatkamisen kyseisessä opetustilanteessa. Teknisistä haasteista raportoivat päiväkirjamerkinnot ovat raportoiduista haasteista huolimatta positiivisesti sävyttyneitä ja niissä kerrotaan usein, kuinka hyvin opetustuokio on sujunut, joten päiväkirjamerkinnot viittaavat siihen, että opettaja on pystynyt jollain tapaa ratkaisemaan eteen tulleet tekniset haasteet. Opettaja ottaa kahdessa merkinnässä kantaa teknisen haasteen ratkaisutapaan. Ensimmäinen teknisen haasteen itsenäiseen ratkaisuun viittaava merkintä on tehty marraskuussa, jolloin opettaja on käyttänyt omaa puhelintaan robotin toimimattoman puhelimen sijaan. Toisessa joulukuussa raportoidussa tilanteessa luokan ulkopuolinen kolmas taho on auttanut opettajaa korjaamaan ohjelman koodivirheen. Tutkimuksen päätyttyä suoritettussa loppuhaastattelussa opettaja kertoo kyvyistään jatkaa robotin käyttöä teknisistä haasteista huolimatta ja kommentoi ettei robottia välttämättä voi käyttää, jos opettaja ei itse tiedä mitä kyseisessä tilanteessa tulisi tehdä tai jos hän ei ole itse käytettävissä robotin käyttöä tukevassa ulkoisessa roolissa.

”Ehkä mä oon ollut sen kanssa niin jotenkin mä ehkä pystyn niinkun pääsemään yli niistä teknisistä, että mä sammutan ja avaan uudestaan ja laitan sovelluksen.. buuttaan niitä ja pystyn jatkamaan, mutta mä ymmärrän jos joku tonne on vähemmän ollut, niin ei tiedä mitä tehdä siinä tilanteessa. Se on ihan hyvä, että mäki oon voinu auttaa, mutta jos ei pysty nii sithän se menee vähän silleen et ei me voidakaan ottaa sitä nyt.”

– Opettaja 3, tutkimuksen loppuhaastattelu

Opettaja kertoo haastattelussa tehneensä itse muutamia robotin käyttöä koskevia pikaohjeita tilanteisiin, joissa robotti lakkaa toimimasta ja se tulisi uudelleen käynnistää. Opettaja toivoo, että ehtisi rakentamaan näitä ohjeita lisää tutkimushankkeen päätyttyä. Opettaja myös toivoo, että robotin käyttöön olisi virallisia teknistä tukea tarjoavia tahoja. Opettaja kertoo robotin tutkimushankkeeseen tuottaneen yrityksen aina vastaavan ja auttavan, mutta on sitä mieltä, että tuen tulisi olla systemaattisempaa.

”Nii mä oon tehnyt muutamia pikaohjeita siihen liittyen, että mitä tehdä, jos se bugaa. Itseasiassa siihen pitäisi tehdä toimintamalleja”

”... Pitäisi olla semmonen tukisysteemi niinku meillä on muissa tietoteknisissä ongelmissä. Kyllähän (Utelias, robotin ohjelmoinut yritys) aina vastaa ja auttaa, mutta sen pitäisi olla jotenkin systemaattisempasitten kun kokeilusta tulee pysyvää.” - Opettaja 3, tutkimuksen loppuhaastattelu

Edelliset havainnot antavat selkeitä viitteitä opettajan omasta aktiivisuudesta robotin käyttöä koskevien haasteiden ratkaisussa. Opettajan oma aktiivisuus robotin käyttöohjeiden rakentamisessa ja toiveet teknisestä tuesta viittaavat teknisen tuen puutteeseen ja opettajan omaan hyvään kyvykkyyteen opetella robotin käyttöä ja teknisten haasteiden ratkaisua. Opettajan omat teknisen tuen yhteydenotot robotin tuottaneeseen yritykseen antavat myös viitteitä opettajan omasta ratkaisukeskeisestä ja aktiivisesta toiminnasta teknisten haasteiden ilmentyessä. Vahvasta näytöstään huolimatta todistusaineistosta ei käy ilmi, kuinka aktiivisesti ja missä tilanteissa opettaja on joutunut nojautumaan ulkopuoliseen tukeen teknisten haasteiden ratkaisussa ja kuinka paljon hän on saanut tukea robotin tarjonneelta yritykseltä, tutkimushenkilökunnalta tai koululta. Hyvästä näytöstä huolimatta havainto 2b:tä ei voida vahvistaa eikä päähypoteesin toinen vaihe läpäise savuavan aseiden testiä varman todistusaineiston puutteessa.

Päähypoteesin vaihe 3: Korkea epämurkavuuden sietokyky turhautumisen puskurina

Päähypoteesin kolmannen vaiheen renkaan läpäisy -testissä on voitu havaita, että opettajan epämurkavuuden sietokyky on korkea. Savuava ase -testissä puolestaan tarkastellaan opettajan korkean epämurkavuuden sietokyvyn vaikuttavaa mekanismia robotin käytön innokkuuden ylläpitoon teknisistä haasteista huolimatta etsimällä aineistosta mekanismia esiintuvaa havainto 3b:n mukaista todistusaineistoa. Havainto 3b:n mukainen todistusaineisto vahvistaisi, kuinka opettajan korkea teknisten haasteiden sietokyky vaikuttaa merkittävästi robotin aktiiviseen käyttöön mahdollistamalla opettajan innostuksen ylläpidon robotin teknisistä haasteista huolimatta.

Havainto 3b – Toistuvat tilanteet, joissa opettaja jatkaa robotin käyttöä aktiivisesti omasta tahdostaan toistuvista teknisistä haasteista huolimatta. Opettajan robotin käyttöä koskevista päiväkirjamerkinnöistä käyvät ilmi sekä robotin aktiivinen käyttö, että usein ilmenevät robotin toiminnalliset haasteet. Opettajan kohtaamat toistuvat haasteet eivät kuitenkaan näytä merkittävästi vaikuttavan opettajan halukkuuteen käyttää robottia. Kaikki robotin käyttöä kuvailevaa 33 päiväkirjamerkintää ovat pääosin hyvin positiivisia, vaikka opettaja kertoo samoista toistuvista teknisistä haasteista. Toistuvista teknisistä haasteista huolimatta, opettaja kuvailee Eliaksen käyttöä luokassa negatiiviseen sävyyn vain kolmessa päiväkirjamerkinnässään ja näissäkin merkinnöissä negatiiviset kokemukset tuodaan esiin yhdessä robotin tuottamien positiivisten kokemusten kanssa.

”Oppilaat olivat rauhallisia ja juttelivat vuorotellen Eliakselle piirissä. Välillä ja satunnaisesti Elias väläytti ”karkkisilmiä” ja siitä oppilas piti (ja minäkin kehuin silloin, että nyt meni tosi hyvin). Chatissa turhautti se, että Elias ei aina vastaa. Yksi oppilas hermostui ja sanoi ”se on tyhmä”. Muut yrittivät rauhallisesti ja toivoivat parasta. Aina kun Elias teki jotain tai vastasi, kaikki innostuivat”. – Opettaja 3, päiväkirjamerkintä syyskuulta

Opettajan päiväkirjamerkinnästä tulee ilmi myös, ettei robotin opetustuokiossa ilmennyt ratkaisematon ongelma ole estänyt saman opetustuokion käyttöä saman päivän aikana toisella oppitunnilla. Opettaja on raportoinut robotin Simon says -pelin vialliseksi ja käyttänyt peliä myös tämän jälkeen seuraavissa opetustuokioissa, vaikka peli on ollut edelleen viallinen. Tekniset haasteet eivät myöskään näytä aiheuttavan opettajalle robotin käytön taukoja, vaan päiväkirjamerkintöjä on kirjattu tasaisen enenevässä määrin koko syksyn teknisten haasteiden määrästä tai tiheydestä huolimatta. Havaintoa tukee myös katkelma opettajan haastattelusta, jossa opettaja kertoo käyttäneensä robottia useita kertoja viikossa.

”Niin just. Kuinka usein käytit Eliasta? Tyyliin viikoittain?” – Haastatteli, opettaja 3 tutkimuksen loppuhaastattelussa

”Mä sanoisin päivittäin, se on ollut tässä päivittäin, että vaikka mä en ole välttämättä tehnyt siitä sitä palautetta (päiväkirjamerkintää) niin se on ollut

tässä.. kysyitsä opetuksessa?” .” – Opettaja 3, tutkimuksen loppuhaastattelu

”Ylipäänsä luokassa oppilaiden kanssa.” – Haastattelija, opettaja 3 tutkimuksen loppuhaastattelussa

”Ehkä ei ihan päivittäin, sanotaanko että joka toinen päivä. Muutaman kerran viikossa kuitenkin. Vähän riippuu mitä tunteja on, siitä se riippuu. Joulukuu meni ihan joka päivä, kun oli niitä projekteja. Ehkä siinä alussa vähemmän.” – Opettaja 3, tutkimuksen loppuhaastattelu

Havainnot antavat vahvaa näyttöä siitä, etteivät ratkaisemattomat tekniset haasteet ja robotin toimimattomuus ole vaikuttaneet robotin käytön aktiivisuuteen, joten päähypoteesin kolmas vaihe opettajan korkean epämukavuuden sietokyvyn merkittävänä turhautumiselta suojaavana ja näin robotin aktiivista käyttöä edistävänä tekijänä läpäisee savuava ase -testin.

Päähypoteesin vaihe 4: Innovatiivisuus negatiivisilta vaikutteilta suojaavana tekijänä

Päähypoteesin ensimmäisen vaiheen testauksessa on havaittu, robottia aktiivisesti käyttäneen opettajan olevan innovatiivinen, joten myös päähypoteesin neljäs vaihe on läpäissyt sen reunaehdoista testaavan renkaan läpäisy -testin. Renkaan läpäisy -testin läpäisemisen myötä päähypoteesin neljännelle vaiheelle suoritetaan savuava ase -testi. Savuava ase -testissä tarkastellaan opettajan innovatiivisuuden vaikutusta siihen minkälaisen merkityksen opettaja antaa omien kollegoidensa robottia koskeville mielipiteille robotin aktiivisessa käytössä etsimällä aineistosta sosiaalisten tekijöiden vähäistä merkitystä esiintuovan havainto 4b:n mukaisen todistusaineiston läsnäoloa. Havainto 4b:n mukainen todistusaineisto vahvistaa, kuinka opettajan innovatiivisuus ja taipumus ajatusjohtajuuteen vaikuttaa merkittävästi robotin aktiiviseen käyttöön suojaamalla opettajaa negatiivisesti robotin käyttöön suhtautuvalta sosiaaliselta ilmapiiriltä.

Havainto 4b – Robotin käyttöön kielteisesti suhtautuva sosiaalinen ilmapiiri ei vaikuta negatiivisesti opettajan aktiiviseen robotin käyttöön. Muiden tutkimukseen osallistuneiden, mutta tämän tutkimusanalyysin ulkopuolelle passiivisen robotin käytön takia jääneiden opettajien varautunut robottiin suhtautuminen tulee esiin kaikkien robottia heikosti käyttäneiden opettajien haastatteluissa ja opettajille neljä kuukautta pilottitutkimuksen jälkeen teetetyssä seurantakyselyssä. Robottia passiivisesti tai kokonaan käyttämättä jättäneet opettajat kuvailevat robottia haastatteluissaan toistuvasti negatiivisilla adjektiiveilla kuten ”turhauttava”, ”alkeellinen” ja ”epäluotettava”. Muiden opettajien negatiivinen suhtautuminen tulee esiin myös tutkimuksen loppuhaastatteluja toteuttaneen tutkijan kysymyksen asettelussa haastattelijan tiedustellessa robottia aktiivisesti käyttäneen opettajan suhtautumista robotin teknisiin haasteisiin.

*”Haluisin vielä kysyä niistä teknisistä jutuista, että tuntu että noissa muissa luokissa ne oli vähän silleen vaikuttanut negatiivisemmin siihen opettajan suhtautumiseen Eliakseen ja sen käyttöön. Miten ne sulla...” –
Haastattelija, opettaja 3 tutkimuksen loppuhaastattelussa*

Robotin käyttöä koskevassa seurantakyselyssä yksi passiivisesti robottia käyttänyt opettaja puolestaan arvioi, ettei robotin käyttöön suhtauduta koulussa kovinkaan innokkaasti robotin käytön leviämistä koskevassa avoimessa kysymyksessä.

*”Muutamat yksittäiset opettajat ovat siitä innostuneet mutta iso osa opettajakunnasta suhtautuu siihen kyllä hieman kylmäkiskoisesti.” –
Opettaja 7, tutkimuksen jälkeinen seurantakysely*

Muun henkilöstön varauksellisesti robotin käyttöön suhtautumisesta huolimatta aineistosta ei ole havaittavissa merkkejä siitä, että tämä negatiivinen suhtautuminen olisi merkittävästi vaikuttanut aktiivisesti robottia käyttäneen opettajan halukkuuteen käyttää robottia opetuksessaan. Opettaja ei ole raportoinut yhtäkään negatiivisesti robotin käyttöön vaikuttanutta muuttujaa kollegoiden robottiin suhtautumisen sisältävästä 16 muuttujan listasta. Opettaja kertoo myös vieneensä itse robottia oman opetuksensa ulkopuolisiin luokkiin robotin käytön koulussa leviämistä arvioivassa seurantakyselyn avoimessa kysymyksessä.

”Jotkut ovat kiinnostuneita ja on käyttänyt. olen myös itse käynyt Eliaksen kanssa muilla tunneilla esim. eskarit ja erityisluokka.” – Opettaja 3, tutkimuksen jälkeinen seurantakysely

Havainnoista käy ilmi, että koulun muun henkilökunnan piirissä on havaittavissa negatiivista robotin käyttöön suhtautumista, eikä tämä ole vaikuttanut opettajan aktiiviseen robotin käyttöön ja opettaja on viileästä robotin käyttöön suhtautuvasta ilmapiiristä huolimatta jopa laajentanut robotin käyttöä myös muihin luokkiin. Muiden opettajien negatiiviset robottia koskevat arviot tulevat esiin selkeästi tutkimuksen lopussa ja sen päätyttyä eivätkä nämä näytä vaikuttaneen opettajaan negatiivisesti, päinvastoin opettaja on käynyt esittelemässä robottia myös muiden opettajien tunneilla, joten sosiaalisten tekijöiden vähäistä merkitystä koskevat havainnot osuvat myös ajallisesti päähypoteesin mukaiseen robotin aktiiviseen käyttöön johtavan prosessin loppuvaiheeseen. Päähypoteesin neljäs vaihe opettajan innovatiivisuudesta merkittävänä robotin aktiiviseen käyttöön vaikuttavana tekijänä läpäisee savuavan ase-aseen testin.

7.2.2. Vaihtoehtoista hypoteesia vahvistavat uniikit havainnot

Savuavan ase-aseen testejä jatketaan ainoastaan renkaan läpäisyn testistä selvinneille robotin aktiivista käyttöä selittävälle vaihtoehtoistalle hypoteeseille, joten renkaan läpäisy -testissä epäonnistuneelle robotin teknistä toimivuutta painottaneelle ensimmäiselle vaihtoehtoistalle hypoteesi 1:lle ei tuoteta savuava ase -testiä. Mikäli fasilitoivien tekijöiden merkitystä painottava toinen vaihtoehtoinen hypoteesi 2 läpäisee savuava ase -testin havainto 7b kanssa yhdenmukainen todistusaineisto vahvistaa fasilitoivien tekijöiden välttämättömän merkityksen robotin aktiivisessa käytössä ja näin ollen kumoaa päähypoteesin opettajan teknologisten valmiuksien välttämättömyydestä robotin aktiivista käyttöä määrittävänä tekijänä. Havainto 7b on kuitenkin uniikki, joten havainnon poissaolo ei vaikuta päähypoteesin uskottavuuteen, ainoastaan vahvistaa sen löytyessään.

Vaihtoehtoinen hypoteesi 2: Robotin aktiivinen käyttö on riippuvaista käytössä olevan ulkoisen tuen määrästä

Toisen vaihtoehtoinen hypoteesin 2 renkaan läpäisy -testissä voitiin havaita, että opettajalla on ollut saatavilla ulkoisia robotin käyttöä heloittavia resursseja kyseisen pilottitutkimuksen aikana, joten vaihtoehtoiselle hypoteesille 2 suoritetaan myös savuava ase -testi. Seuraava savuava ase -testi tarkastelee näiden ulkoisten resurssien välttämättömyyttä robotin aktiivisen käytön mahdollistajana etsimällä aineistosta fasilitoivien tekijöiden välttämättömyyttä esiin tuovia havainto 7b:n mukaisia todisteita. Havainto 7b:n mukainen todistusaineisto vahvistaa, kuinka opettajan robotin käytössä tukevat ulkoiset resurssit vaikuttavat merkittävästi robotin aktiiviseen käyttöön mahdollistamalla ilman ulkoisia resursseja toimimattoman tai hyvin haasteellisesti toimivan robotin mielekkään käytön.

Havainto 7b – Suorat kuvaukset tai ajalliset tapahtumasarjat, joissa opettaja ei ole kykenevä tai kertoo ettei olisi kykenevä käyttämään robottia ilman ulkoista tukea. Tutkimuksen päähypoteesin toista vaihetta, opettajan tietoteknistä itsevarmuutta painottavan vaiheen epäonnistunut savuava ase -testi tarjoaa käänteisesti samalla aineistolla kumoavan tuloksen myös vaihtoehtoiselle fasilitoivien tekijöiden merkitystä painottavalle vaihtoehtoiselle hypoteesille 2.

”Koska asiaan perehtyminen olisi tapahtunut alkupalaveria lukuun ottamatta lähes täysin omalla vapaa-ajalla, en ollut valmis siihen sitoutumaan tämän enempää.” - Opettaja 5, tutkimuksen jälkeinen seurantakysely

Aineistosta on käynyt ilmi, että opettaja on selvinnyt robotin teknisistä haasteista sekä itsenäisesti että ulkoisia resursseja hyödyntäen, mutta tutkimusaineistosta ei löydy tarpeeksi yksityiskohtaista tietoa, kuinka paljon ja missä tilanteissa opettaja on kuitenkin tukeutunut ulkopuoliseen apuun suhteessa omiin ongelmanratkaisukykyihinsä tukeutumiseen. Tutkimukseen osallistuneiden robottia passiivisesti käyttämään tai kokonaan robotin käytön lopettaneiden opettajien seurantakysely antaa vahvoja viitteitä, että robotin tekniset haasteet ja tarvittavan teknisen tuen puute on merkittävästi vaikuttanut heidän robotin käytön vähäisyyteen. Havainto robotin passiiviseen käyttöön johtaneista syistä ei kuitenkaan toimi todisteena tapaustutkimuksessa, jossa etsitään spesifisti robotin aktiiviseen käyttöön johtaneita tekijöitä. Fasilitoivien tekijöiden käytön

määrästä tai olennaisuudesta ei myöskään ole saatavilla olevaa tutkimusaineistoa, joten vaihtoehtoinen hypoteesi 2 ei läpäise savuava -ase testiä.

7.3. Epäilemättä ratkaiseva -testi

Viimeinen epäilemättä ratkaiseva -testi pyrkii vahvistamaan päähypoteesin mukaisen robotin aktiiviseen käyttöön johtaneen prosessin kumoten samalla muut vaihtoehtoiset hypoteesit. Toisin sanoen epäilemättä ratkaiseva -testi pyrkii tunnistamaan aineistosta havainnon, joka olisi päähypoteesin mukaiselle prosessille samanaikaisesti sekä hyvin uniikki että todennäköisesti havaittava (Beach & Pedersen, 2019). Testi pyrkii sekä vahvistamaan opettajan teknologisiin valmiuksiin nojaavan päähypoteesin mukaisen prosessin kaikki vaiheet ja niiden vaikutusmekanismit, että samalla kumoamaan jäljellä olevan vaihtoehtoisen fasilitoivien tekijöiden välttämättömyyttä painottavan vaihtoehtoisen hypoteesin 2.

Havainto 8 – Aktiivinen robotin käyttö oppitunneilla on ollut vapaaehtoista ja täysin opettajan teknologisista valmiuksista kumpuavan motivaation, suunnittelutyön ja ongelmanratkaisukyvyn varassa. Löytyessään havainto 8 olisi selkeästi uniikki päähypoteesin kaikkia viittä vaihetta vahvistava todiste. Mikäli opettajalla ei ole pakotteita tai velvoitteita robotin käyttöön, vaan se on täysin vapaaehtoista, opettajan tulee sekä olla itse kiinnostunut robotista uutena opetusvälineenä että nähdä robotti hyödyllisenä (innovatiivisuus ja optimistisuus) väistämättömistä robotin käytön haasteista huolimatta (itsevarmuus ja alhainen epämurkavuus). Mikäli opettajalle ei ole tarjottu arkista tukea robotin käyttöön ja sen opetustuokioihin sisällyttämiseen, opettajan tulee sekä oppia ja mukautua uuden teknologian käyttöön nopeasti ja omatoimisesti (itsevarmuus) sekä käyttää aktiivisesti aikaa totutuista poikkeavien oppituntien suunnitteluun ja toteutukseen (toiminta-aikomus). Havainto ei kuitenkaan ole täysin epäilemättä ratkaiseva -testin mallinen, vaan on esiintymistodennäköisyydeltään harvinainen, sillä kyseisen tilanteen havaitseminen edellyttäisi, että pilottitutkimuksen aikana saatu tekninen ja pedagoginen tuki olisi ollut vähäistä, saatavilla olleen tuen määrästä olisi selkeää dokumentaatiota ja että robotin käytön määrä olisi ollut täysin opettajan itsensä päätettävissä. Epäilemättä ratkaiseva -testi muistuttaakin siis haastavan havainnoinnin todennäköisyytensä puolesta savuava ase -testiä, mutta joka tarpeeksi

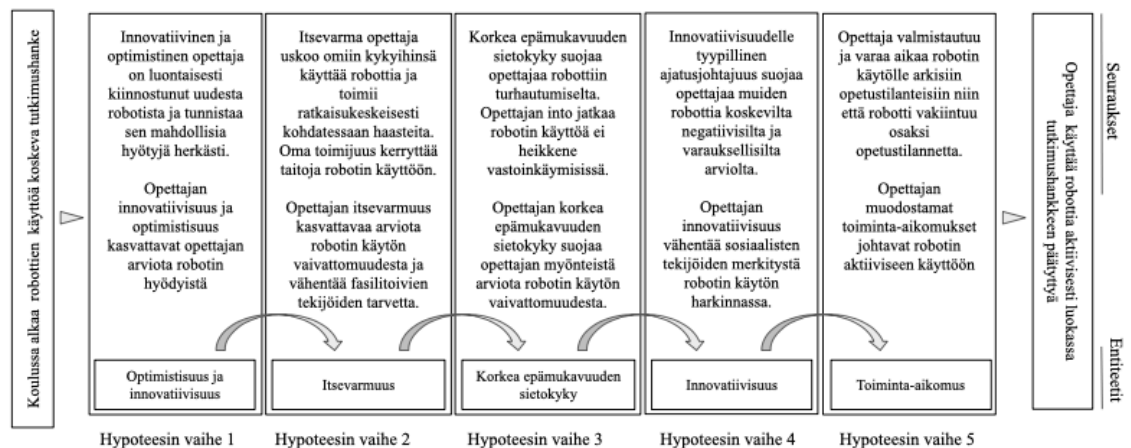
kattavan todistusaineiston tilanteessa voidaan tulkita edustavan epäilemättä ratkaiseva -testin tyyppiä.

Kahdeksannen havainnon testaus aloitettiin robotin käytön vapaaehtoisuuden tarkastelulla. Pilottitutkimuksen johtajalle sähköpostitse osoitetut neljä robotin käytön vapaaehtoisuutta kartoittavaa kysymystä (”Kuinka opettajat valikoituivat tutkimukseen koehenkilöiksi?”, ”Ilmoittautuivatko he itse vapaaehtoisesti?”, ”Oliko hommassa mukana ”porkkanoita”?”, ”Saiko aktiivisessa tarkkailussa ollut opettaja nro. 3 päättää vapaasti, kuinka aktiivisesti hän halusi käyttää robottia vai oliko tähän jotain vaatimuksia / ohjenuoria?”) paljastavat, että kielenopettajat ovat itse ilmoittautuneet vapaaehtoisesti pilottihankkeeseen mukaan, eikä hankkeeseen osallistumiseen tai robotin käyttöön ole liittynyt erillisiä palkintoja tai muita hyödykkeitä. Opettajat ovat kukin itse saaneet päättää vapaasti, kuinka aktiivisesti he käyttävät robottia, eikä robotin käytön määrää koskevia suosituksia ole annettu.

Toinen kahdeksannen havainnon testattava elementti on robotin käytössä tukevan ulkopuolisen tuen ja sen käyttö. Robotin käyttöä koskevan ulkopuolisen tuen määrää on kartoitettu samalla tavoin tutkimusjohtajalle sähköpostitse osoitetuilla kysymyksillä. Tutkimusjohtajan vastaus hänelle esitettyyn sähköpostiin (”Opettajat ovat ilmeisesti saaneet robotin käytön alussa lyhyen alkuesittelyn, jossa robotin käyttö on esitetty heille. Onko tämän jälkeinen tekninen tuki ollut minkä tasoista? Onko opettajilla ollut ohjekirjoja / apureita / koulutuksia teknisenä tukena vai onko käytön sujuminen ollut enemmän opettajan omasta oppimiskyvystä riippuvaista? Aineisto viittaa opettajan omaan ratkaisukeskeisyyteen, mutta olen kiinnostunut saatavan tuen määrästä ja siihen tukeutumisesta.”) antaa vihjeitä siitä, ettei robotin käyttö ole vaatinut merkittävää ulkopuolisen tuen määrää. Tutkimusjohtajan sähköpostivastauksesta käy ilmi, että opettajat ovat saaneet 2-3 lyhyehköä robotin käyttöä koskevaa perehdytystä pilottitutkimuksen alkaessa, mutta muita koulutuksia robotin käyttöön ei ole ollut. Robotin ohjelmoinut yritys on auttanut robotin teknisten haasteiden ratkaisuisa koko pilottitutkimuksen ajan, ja tutkittava opettaja 3 on ottanut pilottitutkimuksen aikana robotin käytössä muita opettajia hieman tukevan roolin. Sähköpostivastaukset antavat tukea epäilemättä ratkaiseva -testin ehdoille siitä, että robotin käyttö on ollut täysin vapaaehtoista ja opettajan omasta kiinnostuksesta riippuvaista. Robotin käytön suunnittelussa ei ole ollut arkista tukea ja koulutusta, vaan robotin käyttö on nojannut

opettajan omaan luovuuteen, kiinnostukseen ja suunnittelutyöhön. Sähköpostivaihdosta käy ilmi, että robotin käytössä on ollut selkeästi teknistä etätukea, jonka tavoittaminen on ollut opettajan oman aktiivisuuden varassa.

Epäilemättä ratkaiseva -testin lopputulemana voidaan todeta, että aineisto tukee vahvasti päähypoteesin mukaista prosessia teknologisten valmiuksien välttämättömyydestä robotin aktiivisen käytön määrittäjänä, poislukematta fasilitoivien tekijöiden mahdollista tärkeyttä robotin aktiivisen käytön toisena reunaehtona. Edellisiin havaintoihin nojaten, epäilemättä ratkaiseva -testi antaa positiivista näyttöä päähypoteesin mukaisen prosessin läsnäolosta, mutta olemassa oleva todistusaineisto ei kuitenkaan ole riittävä testin läpäisyksi. Robotin käyttöä on avustettu yksittäisillä robotin käytön perehdytyksillä ja robotin käyttöön on ollut saatavilla teknistä etätukea. Olemassa olevan havaintoaineiston pohjalta ei voida todeta ovatko robotin käytön alkuperehdytykset tai etäyhteyksin saatu tekninen tuki olleet merkittävässä roolissa robotin aktiivisen käytön mahdollistajana vaiko eivät. Näin ollen vaihtoehtoisen hypoteesi 2:n mukaista oletusta fasilitoivien tekijöiden ensisijaisesta välttämättömyydestä ei voida olemassa olevan havaintoaineiston varassa kumota eikä epäilemättä ratkaiseva -testiä voida täysin läpäistä. Kuitenkin, koska epäilemättä ratkaiseva testi ei myöskään itsessään ollut täysin vedenkestävä ja tarvittavien havaintojen löytyminen voitiin jo testiä määritellessä todeta suhteellisen epätodennäköiseksi, testin läpäisemättä jäämistä ei voida myöskään täysin pitää päähypoteesia kumoavana tekijänä. Tutkimustulosten voimaan jäävä hypoteesi, opetusrobotin aktiiviseen käyttöön johtaneesta prosessista on kuvattu kuviossa 4 ja kaikkien testien yksittäiset tulokset on vedetty yhteen taulukossa 3.



Kuvio 4. Tutkimuksessa robotin aktiivista käyttöä selittänyt prosessi.

Testi	Havainto	Testin läpäisy	Vaikutus testattavaan hypoteesiin
Renkaan läpäisy	1a. Innostus robotin edustamaan tulevaisuuskuvaan ja kiinnostus uusien teknologioiden käyttöön	Kyllä	Päähypoteesi vaihe 1 antaa tukea, ei vahvista
Renkaan läpäisy	1b. Optimistinen näkemys robotin hyödyistä	Kyllä	Päähypoteesi vaihe 1 antaa tukea, ei vahvista
Renkaan läpäisy	2a. Itsevarma suhtautuminen omiin kykyihin käyttää robottia	Kyllä	Päähypoteesi vaihe 2 antaa tukea, ei vahvista
Renkaan läpäisy	3a. Robotin tekniset haasteet eivät lannista opettajaa	Kyllä	Päähypoteesi vaihe 3 antaa tukea, ei vahvista
Renkaan läpäisy	4a. Innostus robotin edustamaan tulevaisuuskuvaan ja kiinnostus uusien teknologioiden käyttöön	Kyllä	Päähypoteesi vaihe 4 antaa tukea, ei vahvista
Renkaan läpäisy	5. Toiminta-aikomuksen mukainen korkea aktiivisuus	Kyllä	Päähypoteesi vaihe 5 antaa tukea, ei vahvista
Renkaan läpäisy	6a. Tekninen toimivuus korkea	Ei	Vaihtoehtoinen hypoteesi 1 kumotaan
Renkaan läpäisy	7a. Tekniset haasteet ratkaistaan ulkoisella avulla	Kyllä	Vaihtoehtoinen hypoteesi 2 antaa tukea, ei vahvista
Savuava ase	1c. Halu käyttää robottia ilman todellisia hyötyjä	Ei	Päähypoteesi vaihe 1 ei vahvista, ei kumoa
Savuava ase	2b. Robotin käyttö on riippuvaista opettajan omista kyvyistä	Ei	Päähypoteesi vaihe 2 ei vahvista, ei kumoa
Savuava ase	3b. Robotin käyttö jatkuu teknisistä haasteista huolimatta	Kyllä	Päähypoteesi vaihe 3 vahvistettu
Savuava ase	4b. Negatiivisen ilmapiirin vähäinen vaikutus	Kyllä	Päähypoteesi vaihe 4 vahvistettu
Savuava ase	6b. Alhainen toimivuus vähentää robotin käyttöä	testiä ei suoritettu	testiä ei suoritettu
Savuava ase	7b. Opettaja ei kykene robotin käyttöön ilman apua	Ei	Vaihtoehtoinen hypoteesi 2 ei vahvista, ei kumoa
Epäilemättä ratkaiseva	8. Robotin käyttö on ollut vapaaehtoista ja opettajan teknologisten valmiuksien kanssa yhtenevien ominaisuuksien varassa	Kyllä	Päähypoteesi vahvistettu Vaihtoehtoinen hypoteesi 2 ei ole kumottu

Taulukko 3. Yhteenvedo tutkimuksen tuloksen tuloksista.

8. Johtopäätökset

Kaikki edelliset prosessin jäljittämisen testitulokset yhteen vetäen voidaan todeta, että päähypoteesin mukainen oletus opettajan teknologisista valmiuksista asteittaisina robotin aktiiviseen käyttöön johtaneina tekijöinä saa vahvistusta. Päähypoteesin mukaan opettajan hyvät teknologiset valmiudet eli opettajan optimistisuus, innovatiivisuus, itsevarmuus ja korkea epämukavuuden sietokyky loivat kyseisessä tilanteessa

välttämättömäksi osoittautuneen positiivisen pohjan robottia koskeville myönteisille arvioinneille ja siten robotin käyttöä koskevalle toiminta-aikomukselle ja itse robotin tosiasialliselle aktiiviselle käytölle. Opettajan teknologiset valmiudet olivat toimineet robotin aktiivisen käytön mahdollistavina taustatekijöinä, jotka itsessään olivat määrittäneet, kuinka opettaja oli arvioinut UTAUT -mallin (Venkatesh, ym., 2003) tunnistamia uusien teknologioiden käyttöön vaikuttavia tekijöitä.

Pilottitutkimukseen nojaavan todistusaineiston valossa voitiin todeta, että opettajan innovatiivisuus ja optimistisuus olivat olleet tärkeitä robotin suorituksen odotukseen myönteisesti vaikuttaneita piirteitä jo ennen robotin käytön aloitusta. Opettajan innovatiivisuuteen ja optimistisuuteen pohjautuneet myönteiset odotukset robotin suorituksen tasosta voitiin todeta tärkeäksi robotin käyttöä koskevan kiinnostuksen lähteeksi ja edellytykseksi. Opettajan kiinnostus robottia kohtaan oli havaittavissa selkeästi jo ennen robotin käytön aloitusta ja koska tutkimushankkeeseen osallistuminen oli ollut opettajille täysin vapaaehtoista, voitiin todeta, että opettajan oma kiinnostus oli ollut päähypoteesin mukaisesti ensimmäinen robotin aktiiviseen käyttöön johtaneen prosessin välttämätön vaihe. Ilman opettajan omaa kiinnostusta, robotin käyttö ei olisi alkanut.

Opettajan jo ennen robotin käyttöä havaittavan itsevarmuuden voitiin puolestaan katsoa luoneen tärkeän ja myönteisen taustan robotin käyttöä koskevalle vaivattomuuden odotukselle. Opettaja oli uskonut jo ennen robotin käytön aloitusta omiin kykyihinsä käyttää robottia, mikä oli mahdollistanut robotin käytön reippaan aloittamisen. Opettajan luoton omiin kykyihin toimia robotin kanssa oli läsnä myös robotin käytön myöhemmissä vaiheissa. Opettajan korkea epämukavuuden sietokyky oli puolestaan yhdessä opettajan itsevarmuuden kanssa mahdollistanut opettajan teknisten taitojen sinnikkään ja omatoimisen kehityksen vähentäen näin fasilitoivien tekijöiden merkitystä ja tarvetta. Opettajan korkea epämukavuuden sietokyky oli myös tukenut opettajan myönteistä arviota robotin käytön vaivattomuudesta erityisen teknisten haasteiden kasvaessa kokeilun kuluessa.

Opettajan innovatiivisuuden voitiin todeta olleen omiaan suojaamaan opettajaa robotin käyttöä estäviltä negatiivisilta sosiaalisilta vaikutuksilta, kun opettajakollegoiden negatiivinen suhtautuminen robotteihin oli kasvanut ja tullut pintaan pilottitutkimuksen loppuvaiheilla ja tutkimuksen päättyttyä. Opettajan hyvät teknologiset valmiudet olivat luoneet positiivisen pohjan Venkateshin, ym. (2003) UTAUT -mallin mukaisille robotin

käyttöä koskeviin toiminta-aikomuksiin vaikuttaville tekijöille ja siten olleet olennaisessa roolissa robotin käyttöä koskevan toiminta-aikomuksen muodostuksessa ja sitä seuranneessa toiminnassa.

Robottia aktiivisesti pilottitutkimuksen jälkeen käyttäneen opettajan voitiin renkaan läpäisy -testin todistusaineiston valossa todeta omaavan hyvät teknologiset valmiudet. Renkaan läpäisy -testin tulokset todistivat, että opettaja on innovatiivinen, itsevarma, optimistinen sekä hyvin epämukavuuden kokemuksia sietävä eli hänen henkilökohtaiset piirteensä olivat yhtenevät hyvien teknologisien valmiuksien mukaisten piirteiden kanssa. Myös havainnot opettajan teknologisista piirteistä esiintyivät oletetussa ajallisessa järjestyksessä. Savuava ase -testi puolestaan vahvisti päähypoteesin vaiheet 2 ja 4, joiden mukaan korkea epämukavuuden sietokyky ja innovatiivisuus ovat välttämättömiä robotin aktiivisen käytön reunaehtoja. Korkean epämukavuuden sietokyvyn voitiin todeta suojanneen opettajaa robotin käytön haasteista aiheutuvalta turhautumiselta ja innovatiivisuuden puolestaan voitiin todeta suojanneen opettajaa robotin käyttöä haittaavilta negatiivisilta sosiaalisilta vaikutuksilta. Epäilemättä ratkaiseva -testi puolestaan antoi tukea päähypoteesin vaiheille 1, 2 ja 5, joiden mukaan optimistisuus, itsevarmuus ja toimeenpanoaikomukset olivat olleet myös välttämättömiä robotin aktiivisen käytön määrittäjiä. Robotin käytön ollessa vapaaehtoista, kannustetonta ja hyvin kevyesti ja passiivisesti etäältä tuettua, robotin käytön oli täytynyt olla opettajan oman optimistisen robotin hyötyjen tunnistuksen sekä itsevarman teknisen selvitystyön ja ratkaisukeskeisen avun hakemisen varassa. Robotin käyttöä koskevien tuntien suunnittelua ei myöskään ollut fasilitoitu ulkopuolisesti tai muulla tavoin ulkoapäin ohjattua, joten robotin käytön itsenäinen suunnittelu ja käyttöaikomusten muodostaminen oli ollut välttämätöntä robotin aktiivisen käytön kannalta.

Testit eivät kuitenkaan pystyneet poissulkemaan fasilitoivien tekijöiden vaikutusta robotin aktiiviseen käyttöön. Tutkimusaineistosta voitiin selkeästi havaita, että fasilitoivia tekijöitä oli ollut läsnä pilottitutkimuksessa ja että ulkopuolista teknistä tukea oli tarjottu ja käytetty. Näiden tekijöiden merkitystä lopputuloksen kannalta ei voitu vahvistaa. Tästä johtuen tutkimuksen päähypoteesin mukainen prosessi opettajan teknologisten valmiuksien välttämättömyydestä robotin aktiivisen käytön määrittäjänä jäi voimaan sivuhuomiolla, että fasilitoivat tekijät saattavat olla toinen teknologisten

valmiuksien lisäksi välttämätön robotin aktiivista käyttöä määrittävä tekijä, mitä ei kuitenkaan voitu saatavilla olevan tutkimusaineiston valossa vahvistaa.

9. Pohdinta

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli lisätä ymmärrystä opetusrobotin aktiiviseen käyttöön johtaneesta prosessista sen jälkeen, kun opettaja oli osallistunut Opetusrobottien käyttäjäkokemus -pilottitutkimukseen. Aikaisempi opetusrobottien tutkimus on keskittynyt lähinnä tutkimaan erilaisia robotteja koskevia asenteita, opetusrobottien käyttömahdollisuuksia sekä oppilaiden vuorovaikutusta robottien kanssa. Opettajien toimintaa ja robotin käytön halukkuuteen vaikuttavia tekijöitä kuitenkin ollut juurikaan tutkittu, vaikka tämä olisi opetusrobottien onnistuneen käyttöönoton kannalta äärimmäisen tärkeä tutkimuskohde, joten pyrin tutkimuksellani vastaamaan tähän opetusrobottien käyttöönottoa koskevan tutkimuksen tarpeeseen. Uusien teknologioiden hyväksymistä ja käyttöä koskevat aiemmat tutkimukset (Eckhardt, ym., 2009; Koivumäki, ym., 2008; Jairak, ym., 2009; Nassoura, 2013) ja teoreettiset mallit (Verkatesh, ym., 2003) viittasivat siihen, että opettajan tekemät arviot robotin hyödyllisyydestä ja käytön vaativuudesta sekä sosiaaliset ja fasilitoivat tekijät vaikuttaisivat merkittävästi uuden teknologian käyttöä koskevan toiminta-aikomuksen muodostamiseen ja lopulliseen uuden teknologian käytön aktiivisuuteen. Muutamat tutkimukset esittävät myös, että yksilön teknologisia valmiuksia kuvaavat piirteet; innovatiivisuus, optimistisuus, itsevarmuus ja korkea epämurkavuuden sietokyky voisivat myös olla merkittäviä uuden teknologian aktiiviseen käytön aikomukseen vaikuttavia tekijöitä (Lin, ym., 2007; Parasuraman, 2000). Tutkimukseni pyrkikin tuomaan aiempien tutkimuksen tekemät havainnot teknologioiden käyttöönotosta yhteen uudeksi opetusrobottien käyttöönottoa kuvaavaksi prosessimalliksi.

Opetusrobotin aktiiviseen käyttöön vaikuttaneita tekijöitä selvitettiin tässä tapaustutkimuksessa Venkateshin, ym., (2003) UTAUT -mallista ja sitä täydentävän teknologisia valmiuksia painottavan Lin, ym., (2007) tutkimuksen tuloksista

muodostamani prosessimallin avulla. Molemmat tutkimukset ovat esittäneet kiinnostavia näkökulmia uusien opetusteknologioiden, kuten tietokoneiden ja mobiilisovellusten käyttöönoton tutkimuksissa. Verkanteshin, ym., ja Linin, ym., tutkimuksia yhdistävän päähypoteesini mukaan opettajan aktiivista robotin käyttöä voidaan kyseisessä tapaustutkimuksessa selittää opettajan teknologisiin valmiuksiin eli opettajan innovatiivisuuteen, optimistisuuteen, itsevarmuuteen ja korkea epämukavuuden sietokykyyn palautuvalla myönteisten arvioiden ja toiminta-aikomuksen vaiheittaisella ketjulla. Päähypoteesin mukaan opettajan teknologiset valmiudet olivat keskeisessä roolissa siinä, että robottia aktiivisesti käyttänyt opettaja oli tutkimushankkeen aikana arvioinut robotin hyödyllisyyttä ja käytön vaivattomuutta myönteisesti ja että sosiaaliset ja tilannetekijät eivät olleet opettajalle merkityksellisiä robotin käyttöä koskevan toiminnan kannalta. Robotin aktiiviseen käyttöön vaikuttavia tekijöitä identifiointiin prosessin jäljittämisen menetelmää (Beach & Pedersen, 2019) hyödyntäen. Kyseinen metodi mahdollisti sen, että robotin aktiiviseen käyttöön vaikuttavia tekijöitä tarkasteltiin laaja-alaisesti useampia erilaisista aineistoista piileviä johtolankoja etsien ennalta määärtyjen mittareiden ja aineistojen sijaan.

Tulosten perusteella voin todeta, että kyseisessä pilottihankkeessa opettajan teknologiset valmiudet olivat olleet tärkeässä roolissa opettajan tekemissä myönteisissä robottia koskevissa arvioissa sekä siinä missä määrin sosiaaliset ja fasilitoivat tekijät olivat vaikuttaneet robotin aktiiviseen käyttöön pilottitutkimuksen jälkeen. Tutkimukseni tulosten mukaan opettajan innovatiivisuus ja optimistisuus olivat olleet avainasemassa siinä, että opettaja oli arvioinut robotin suorituksen tasoa myönteisesti. Myönteiset robotin suoritusta koskevat arviot olivat puolestaan tärkeitä robotin kokeilua koskevan kiinnostuksen herättämisessä ja pilottitutkimukseen osallistumisen halukkuudessa. Robotin suoritusta koskevat myönteiset arviot olivat ensin mahdollistaneet robotin kokeilun harkinnan, jonka jälkeen opettajan itsevarmuus oli ollut avain asemassa siinä, kuinka opettaja oli muodostanut myönteisen arvion robotin käytön vaivattomuudesta. Myönteisen robotin käytön vaivattomuuden arvion myötä, opettaja oli lopulta lähtenyt kokeilemaan robottia ja kerryttämään teknisiä taitojaan ennakkoluulottomasti ja hanakasti. Opettajan korkea epämukavuuden sietokyky puolestaan toimi avainasemassa robotin pitkäkestoisessa käytössä suojellen opettajaa robottiin turhautumiselta ja käytön vaivattomuuden arvion kääntymiseltä, vaikka robotin teknisten haasteiden määrä kasvoi tutkimushankkeen edetessä. Opettajan innovatiivisuudesta kumpuava taipumus

ajatusjohtajuuteen oli puolestaan suojannut häntä opettajakollegoiden varauksellisilta mielipiteiltä robotin käyttöön liittyen vähentäen sosiaalisten tekijöiden merkitystä robottia koskevan toiminta-aikomuksen kannalta. Opettajan innovatiivisuus, optimistisuus, itsevarmuus ja korkea epämukavuuden sietokyky loivat yhdessä positiivisten arvioiden ja teknisien taitojen harjoittelua ennestään tukevan prosessin, joka johti robotin aktiivista käyttöä koskeviin toiminta-aikomuksiin ja lopulta toteutuneeseen aktiiviseen robotin käyttöön. Tutkimuksen löytämä, robotin aktiiviseen käyttöön johtanut prosessi, on linjassa aiempien Linin, ym., (2007) teknologioiden käyttöä koskevien tutkimusten kanssa. Tutkimuksen tulokset antavat tukea Venkateshin, ym., (2003) UTAUT -mallin täydentämiselle yksilön teknologisia valmiuksilla, koska yksilön teknologisia valmiuksia kuvaavat piirteet: innovatiivisuus, optimistisuus, itsevarmuus ja korkea epämukavuuden sietokyky ovat osoittautuneet tässäkin tutkimuksessa tärkeiksi uuden teknologian aktiivista käyttöä määrittäneiksi taustatekijöiksi.

Esitelty tutkimus on edistyksellinen ja uusi sosiaalipsykologinen avaus opetusrobottien tutkimukseen sekä menetelmällisesti että aihepiirinsä kannalta. Tutkimus tuo sosiaalipsykologian piiriin kokonaan uudenlaista kokeellista prosessin jäljittämisen metodiikkaa, jonka käyttö tieteenalan piirissä on vielä hyvin harvinaista, mutta joka potentiaalisesti avaisi kiinnostavia vaihtoehtoisia tapoja kausaalisten yhteyksien ja käyttäytymisen muutoksen tutkimukseen. Poikkeuksellinen metodinen lähestymistapa myös yhdistetään perinteisen sosiaalipsykologian alalla vielä suhteellisen harvinaiseen uusien teknologioiden käyttöönoton tutkimukseen. Vaikka uusien teknologioiden tutkimuksen teoreettinen pohja on sosiaalipsykologisesti hyvinkin rikas, sitä tutkivien sosiaalipsykologien määrä on vielä hyvin pieni alan tulevaisuuden väistämättömästä tärkeydestä huolimatta. Tutkimukseni pyrkiikin kannustamaan alaa uusien metodien rohkeaan käyttöön, teknologian tutkimuksen kentälle jalkautumiseen sekä avoimen ja kokeilevan tutkimuksen lisääntymiseen.

Prosessin jäljittämisen menetelmä on ollut tärkeä uusi avaus myös uusien teknologioiden tutkimuksen piirissä. Suuri osa uusien teknologioiden käyttöönottoon liittyvästä tutkimuksesta on toteutettu kvantitatiivisia tutkimusmenetelmiä käyttäen (Dqivedi, ym., 2011), eikä teoreettisesti esitettyjä prosesseja oli juurikaan tutkittu empiirisesti pitkittäisasetelmissa (mm. Mustonen-Ollila & Lyytinen, 2003). Tämä koskee erityisesti opetusteknologioiden käyttöä, koska kokeilut harvoin mahdollistavat riittävän ison

aineiston monimuuttujamenetelmillä analysoitavaksi. Tämä tutkimus pyrkii rikkomaan rajoja siitä, kuinka perinteisesti kvantitatiivisen tutkimuksen piirissä rakennettuja vaikutussuhteiden ketjuja voidaan lähestyä monimenetelmällisesti, avoimesti ja laadullisesti koko tutkimusaineistoa innovatiivisesti hyödyntäen. Tutkimuksen toteutukseen valittu prosessin jäljittämisenmenetelmä on mahdollisesti vienyt myös itse teoreettista UTAUT -mallia (Venkatesh, ym., 2003) kiinnostavalla tavalla eteenpäin kohti prosessin mukaista uusien teknologioiden käyttöönoton ymmärrystä. Tämän hetkinen UTAUT -malli selittää uusien teknologioiden käyttöä ainoastaan eri vaikuttavia tekijöitä ja näiden vaikutusten voimakkuuksia tunnistaen. Mallin avulla ei voida havaita todellisia kausaalisia vaikuttavia mekanismeja merkityksellisten tekijöiden ja ennustettavan lopputuloksen välillä. Tämä tutkimus ehdottaa, että uusien teknologioiden käyttöönotto on tapahtunut kyseisen pilottitutkimuksen päätteeksi viiden opettajan teknologisiin valmiuksiin palautuvan vaiheen kautta. Vaikka tutkimuksen tulokset eivät ole yleistettävissä tutkitun tapauksen ulkopuolelle, tutkimuksen hahmottama uuden teknologian aktiiviseen käyttöön johtanut prosessi toimii hyvänä lähtökohtana suuremman otannan jatkotutkimuksille kannustaen UTAUT -mallin kehittämistä kohti uusien teknologioiden käyttöön vaikuttavien prosessien ymmärtämistä.

Poikkeuksellinen metodi antaa myös vaihtoehtoisen vastauksensa sosiaalipsykologian ja muun tiedeyhteisön viimeisen vuosikymmenen ajan ravistelemalle niin sanotulle replikaatiokriisille. Replikaatiokriisillä tarkoitetaan käynnissä olevaa alan metodologista kriisiä, joka johtuu tieteellisen tutkimuksen huonon tai jopa mahdottoman toistettavuuden havainnosta, joka on väistämättä johtanut epäluotettavan tiedon kumuloitumiseen (Open science collaboration, 2015). Kriisin esiintuoma kritiikki tilastotieteellisen tutkimuksen luotettavuudelle, käytettävyydelle ja tiedeyhteisön laajalle virheelliselle p-arvojen käytölle on nostanut pintaan tärkeää keskustelua käytettyjen metodien soveltuvuudesta tehtyihin tieteellisiin johtopäätöksiin kausaalisista yhteyksistä. Tutkimuksen huonon replikoitavuuden puolesta näyttäisi siltä, että ymmärryksemme asioiden välisistä todellisista yhteyksistä on edelleen suhteellisen heikko ja tilastojen taakse jäävät todelliset vaikutussuhteet ovat meille vieläkin vieraita. Vaikutussuhteiden tilastollisen tutkimuksen ongelma herättääkin kysymyksen mahdollisista muista vaihtoehtoisista metodeista, jotka voisivat avata paremmin ymmärrystämme ilmiön taustalla olevista vaikutussuhteista. Esitetty tutkimus osoittaaakin, kuinka prosessin jäljittäminen tarjoaa kiinnostavan vaihtoehtoisen tavan ymmärtää ja tutkia asioiden välisiä yhteyksiä

tapauskohtaisesti juuri kyseisessä tutkittavassa tapauksessa vaikuttavia tekijöitä ja niiden välisiä yhteyksiä laadullisesti testaten.

Esitellyt tutkimus vie myös sosiaalipsykologista tutkimusta kiinnostavalla ja uudella tavalla lähemmäs kohti tulevaisuuden tärkeää digitaalisation aaltoa ja siitä seuraavia ilmiöitä. Tutkimus ei vain hyödynnä sosiaalipsykologiseen teoriapohjaan perustuvaa, mutta sosiaalipsykologian tutkimuskentällä suhteellisen tuntematonta teknologioiden käyttöönoton teoriaa, vaan myös rakentaa tästä teoriasta uusia siltoja. Tutkimukseni osoittaa, kuinka yksilön piirteet voivat olla yhteydessä yksilön ympäristöstään tekemiin arvioihin ja toiminta-aikomuksiin hyvinkin merkityksellisellä tavalla uusien teknologioiden käyttöönotossa. Tutkimuksessa esiin tuodut havainnot myös vastaavat opettajiin kohdistuvan opetusrobottien käyttöönottoa koskevan lisätutkimuksen tarpeeseen, mikä todistaa, että sosiaalipsykologisella ymmärryksellä on todella tilaa kyseisen tutkimuskentän piirissä. Kuten jo tutkielman johdannossa on tuotu esiin, iso osa robotin käyttöön tähtäävistä kokeiluista on toteutettu normaalin luokkatoiminnan ulkopuolella ja opettajiin kohdistuva robotin käytön tutkimus on myös hyvin vähäistä. Tutkimus lisää ainutlaatuista sosiaalipsykologista tietoa siitä miltä robotin pitkäkestoinen käyttö näyttää aidossa arkisessa luokkaympäristössä opettajan robotin käyttöön ja opettajan omiin piirteisiin keskittyen. Vaikka tutkimuksen löydökset opettajan henkilökohtaisten piirteiden merkityksestä robotin aktiivisessa käytössä eivät ole yleistettävissä tutkittavan tilanteen ulkopuolelle, ne siirtävät kiinnostavalla tavalla huomiota henkilökohtaisten ominaisuuksien tarkastelun tulevaisuuden tutkimuksissa.

Koska prosessin jäljittämisen menetelmä on hyvin poikkeuksellinen menetelmä kausaalisten suhteiden tutkimukseen, myös prosessin jäljittämisestä johdettujen tutkimustulosten vaikuttavuutta ja luotettavuutta tulee arvioida perinteisistä kvantitatiivisista menetelmistä poikkeavilla näkökulmilla. Kuten jo tutkielman aiemmissa osioissa on korostettu, prosessin jäljittäminen perustuu välttämättömien tutkittavaan lopputulokseen johtaneiden tekijöiden todistamiseen ja todistusaineiston uniikkiuden ja havaitsemisen todennäköisyyden arviointiin. Tutkimuksen luotettavuuden arvioinnissa ei siis oteta perinteisen kvantitatiivisen tutkimuksen tapaan kantaa erilaisten vaikutussuhteiden voimakkuuteen tai todennäköisyyteen, eikä tutkimuksesta ole tarkoitus tehdä tutkittavan tapauksen ulkopuolelle johdettavia yleistyksiä (Beach & Pedersen, 2019). Toteutetuissa testeissä etsittävien havaintojen uniikkiuden ja havaintovarmuuden

arvioinneilla pyritään tunnistamaan ja kriittisesti arvioimaan, kuinka luotettavaa tietoa saavutettava todistusaineisto antaa kyseisen prosessin vahvistamisen puolesta (Beach & Pedersen, 2019). Tutkimuksen renkaan läpäisy- ja savuava ase -testien on voitu todeta jo testien asetuksen vaiheessa etsittäviltä havaintoaineistoiltaan kyseisten testien tarkoitusten mukaisiksi. Kaikki kuusi päähypoteesin mukaista ja kaksi vaihtoehtoisten hypoteesien mukaista renkaan läpäisy -testissä etsittävää havaintoa ovat niitä vastaavien hypoteesien mukaisesti hyvin todennäköisesti havaittavissa, mutta ne eivät ole kovinkaan uniikkeja juuri kyseiselle hypoteesille, joten testit voidaan todeta luotettavaksi ja renkaan läpäisy -testin luonteen mukaisiksi. Savuava ase -testissä etsittävät neljä päähypoteesin mukaista havaintoa ja kaksi vaihtoehtoisten hypoteesien mukaista havaintoa ovat puolestaan niiden edustamille hypoteeseille hyvinkin uniikkeja, mutta havaintotodennäköisyydeltään alhaisia, joten myös savuava ase -testit voidaan todeta luotettavaksi ja kyseisen testin luonteen mukaisiksi.

Tutkimuksen viimeinen, epäilemättä ratkaiseva -testi, jättää kuitenkin tilaa kriittiselle arvioinnille. Pystyäkseen vahvistamaan koko tutkimushypoteesin, epäilemättä ratkaiseva -testin etsimän havainnon tulisi olla yhtä aikaa korkea sekä esiintymistodennäköisyytensä että uniikkiutensa osalta. Epäilemättä ratkaiseva -testin vaatimaa havaintoa on kuitenkin todellisuudessa äärimmäisen vaikea muodostaa. Useiden aiempien prosessin jäljittämisen tutkimusten tapaan, myöskin tässä tutkimuksessa joudutaan toteamaan, että täydellisen hypoteesia vahvistavan havainnon löytymisen todennäköisyys on toivottua epätodennäköisempää. Epäilemättä ratkaiseva -testin vaatimus korkeasta etsityn todistusaineiston havaintotodennäköisyydestä ei siis täyty, eikä kyseisen hypoteesin vaatimaa havaintoa fasilitoivien tekijöiden vähäisestä merkityksestä voida tehdä puutteellisen havaintoaineiston takia. Vaikka tämä epäilemättä ratkaisevan testin tunnistettava puute voidaan katsoa asetetun päähypoteesin luotettavuutta heikentäväksi tekijäksi, voidaan kuitenkin samaan aikaan todeta, että havaintoaineisto antaa vahvoja viitteitä fasilitoivien tekijöiden merkityksen vähäisyydestä. Todistusaineiston puutteen nimessä fasilitoivat tekijät jäävät mahdolliseksi havaittuun prosessiin lisättäväksi tekijäksi kuitenkin kumoamatta jo tunnistettua ja robotin aktiiviseen käyttöön johtaneen prosessiin todistetusti kuuluvien osien merkitystä.

Tutkimusta arvioitaessa on tärkeää huomioida, että kyseinen tutkimus kohdistui tutkimuskohteensa eli opettajien ja opetusrobottien myötä hyvin sensitiiviseen tutkimusympäristöön, alakouluihin. Tutkimuksen havaintoaineiston tuottaminen on siis

väistämättä vaikuttanut myös tutkimukseen osallistuneiden opettajien oppilaiden arkeen ja herkän tutkimusympäristön vuoksia kyseisen tutkimuksen eettisen toteutuksen kriittinen ja tarkka tarkastelu on äärimmäisen tärkeää. Kuten tutkimuksen aineiston keruuta kuvaavassa kappaleessa on esitetty, tutkimus olisi keskeytetty, mikäli tutkimuksen aikana olisi ollut syytä epäillä tutkimuksen aiheuttavan negatiivisia vaikutuksia tutkimukseen osallistuneiden oppilaiden hyvinvoinnille tai oppimisen kehitykselle. Kuitenkaan koska merkittäviä huolia ei havaittu, tutkimus ja tutkimusaineiston keruu voitiin viedä suunnitellulla tavalla päätökseen. Tutkimusaineistoni on myös suunnitelman mukaisesti luovutettu minulle anonymisoituna ja asianmukaisia lupa- ja sopimuskäytänteitä noudattaen. Anonymisoidun aineiston vastaanottamisen jälkeen olen myös kirjoittanut tutkimuksen niin ettei tutkimukseen osallistuneiden opettajien henkilöllisyyttä ole mahdollista päätellä tutkimuksen esiin tuomista kuvauksista ja valituista aineistokatkelmista. Myös mahdolliset muut myöhemmät tutkimuksesta kirjoitettavat julkaisut tai muut julkiset tutkimusta koskevat materiaalit ja esityksiset rakennetaan niin ei niistä ole havaittavissa tutkimukseen osallistuneiden henkilöiden henkilöllisyyteen vihaavia seikkoja. Vaikka tutkimus on toteutettu hyviä eettisiä periaatteita noudattaen, jatkossa toteuttavien saman tyyppisten kouluihin kohdistuvien tutkimusten olisi vastuullista tämän lisäksi vielä tarkastella tarkemmin tutkimuksen mahdollisia pidempikestoisia vaikutuksia ja tutkimukseen liittyneitä osallistujakokemuksia. Tulevaisuuden tutkimusryhmien olisi hyvä esimerkiksi toteuttaa systemaattista seuranta tutkimuksen vaikutuksista tutkimukseen osallistuneiden lasten oppimiseen, jotta mahdollisen näkymättömät ja negatiiviset vaikutukset voidaan jatkossa tunnistaa ja välttää. Myös tutkimukseen osallistuneille opettajille, oppilaille ja opettajien vanhemmille suunnattu tutkimukseen liittyvien kokemusten purkutilaisuuden järjestäminen olisi suositeltavaa, jotta mahdolliset tutkimukseen liittyvät kysymykset ja negatiiviset tutkimuksen aikana piiloon jääneet kokemukset saadaan käsiteltyä.

Vaikka kyseinen tutkimus keskittyi tarkastelemaan robotin aktiiviseen käyttöön johtaneita tekijöitä sen jälkeen, kun opettaja oli osallistunut robotin käyttäjäkokemusta tarkastelemaan pilottitutkimukseen, esitettyä tutkimuskysymystä on mahdollista laajentaa kiinnostavalla tavalla myös pidemmälle ajanjaksolle. Jos opettajan aktiiviseen robotin käyttöön johtanut prosessia tarkastellaan pidemmän aikajaksumon kautta, opetusrobottien saatavuuden voidaan katsoa olevan väistämättä ensimmäinen robotin

aktiivisen käytön välttämätön ehto. Mikäli koulussa ei olisi ollut opetusrobotteja, niitä ei olisi voitu käyttää opetuksessa lainkaan. Vasta opetusrobottien saatavuuden seurauksena, koulu on voinut perehdyttää opettajia robotin käyttöön ja opettajat ovat voineet sekä tutustua robotteihin että saattaa niitä opetustilanteisiin. Mikäli tarkasteltavaa aikajännettä halutaan venyttää tätäkin pidemmälle, voidaan kiinnittää huomiota siihen, mitkä ovat olleet robotin alkuperäiseen saatavuuteen johtaneita tekijöitä. Opetusrobotit ovat oletettavasti tulleet kouluun opetusrobotteja tutkivan pilottitutkimuksen myötä, joten robotin aktiivisen käytön jäljittämisessä tulisi myös tarkastella, mitkä tekijät ovat olennaisia pilottitutkimuksen alkamisen kannalta. Jotta koulun on kannattavaa lähteä aikaa vievään hankkeeseen mukaan, pilottihankkeen tavoitteiden ja sen palveleman tulevaisuuden kuvan tulisi olla yhdenmukainen koulun tavoitteiden ja käytössä olevien resurssien kanssa. Koulun ei välttämättä ole kannattavaa lähteä mukaan hankkeisiin, jotka eivät joko palvele koulun tulevaisuuden tavoitetilaa tai joihin koulun ei ole mahdollista lähteä mukaan. Yhdenmukaiset tavoitteet ja resurssit puolestaan johtavat koulun osallistumishalukkuuteen, pilottihankkeen aloitukseen ja opetusrobottien rantautumiseen kouluihin. Peruskoulujen kehitysstrategioiden ja resurssien palautuessa julkiseen rahoitukseen ja rahoitusta koskevaan päätöksentekoon, kolmantena robotin aktiivisen käytön välttämättömänä edellytyksenä ovat hankkeen mukaiset julkiset linjaukset ja rahoitusmallit, jotka ovat alkujaan käynnistäneet koko robotin aktiiviseen käyttöön johtaneen tapahtumien ketjun. Julkiset päätökset, kouluihin allokoituneet resurssit ja strategiat sekä robottien saatavuus toimivat vakaana välttämättömien tekijöiden pohjana, joiden voidaan odottaa mahdollistavat robotin aktiivisen käytön, mutta jotka eivät itsessään vielä johda siihen. Esitelty tutkimus on tarjonnut oman hypoteesinsa ja todistusaineistoa siihen, mitkä tekijät ovat olleet keskiössä robotin saatavuuden jälkeen tapahtuneessa robotin aktiivisen käytön määräytymisessä. Tutkimusta voitaisiin kuitenkin vielä syventää kiinnostavalla yllä esiteltyllä yhteiskuntatieteellisellä näkökulmalla. Ottamalla huomioon julkisten linjausten, koulujen resurssien ja robottien saatavuuden merkityksen ja vaikutusten ketjun robotin aktiiviseen käyttöön johtaneessa prosessissa, opetusrobottien aktiiviseen käyttöön johtavia tekijöitä voidaan ymmärtää myös syvemmillä yhteiskunnallisella tasolla. Tutkimusta olisikin kiinnostavaa jatkaa tarkastelemalla robotin aktiivista käyttöä tukevia ja toisaalta sen kannalta välttämättömiä yhteiskunnallisia tahtotiloja, päätöksentekoa, resurssien allokoointia ja näiden tekijöiden muodostamia vaikutusten ketjuja.

Kaiken kaikkiaan tutkimus on kiinnostava ja tärkeä harppaus kohti parempaa uusien opetusteknologioiden onnistuneen käyttöönoton ymmärrystä. Opetusrobotit pitävät sisällään valtavaa pedagogista potentiaalia (Alemi, ym., 2015; Chin, ym., 2014; Chang, ym., 2010; Eguchi 2014; Papert, 1980; Varney, ym., 2012), mikäli niitä käytetään opettajien toimesta oikein ja oppilaan uteliaisuutta, kokeilua ja leikkiä kannustaen. Opetusrobotit mahdollistavat monien muiden uusien digitaalisten opetusteknologioiden tavoin kokonaan uudet ja aiempaa monipuolisemmat oppimisen muodot, joissa luokkaopetukseen voidaan tarjota useita erilaisia oppilaiden erilaisiin tarpeisiin vastaavia opetuksen työkaluja ja tukivälineitä. Niin opetusrobotit kuin monet muut digitaaliset opetusvälineet voivat räätälöidysti edetä kunkin oppilaan oman tahdin mukaisesti, tarjota oppilaan taitotasolle sopivia määriä erilaisia tehtäviä ja harjoitusten toistoja. Toisaalta todennäköisesti tulevaisuudessa myös opettaja voi paremmin seurata oppilaidensa etenemistä, vahvuuksia, kehityskohteita ja oppimistyylien eroavaisuuksia uusien opetusteknologioiden keräämän datan avulla. Uudet opetusteknologiat ovat omiaan luomaan täysin uudenlaista tasavertaisen ja oppilaiden erilaisiin tarpeisiin kustomoidusti vastaavia opetuksen muotoja. Mikäli opettajien uusien opetusteknologioiden hyväksymiseen ja aktiiviseen käyttöön vaikuttavia tekijöitä ymmärretään paremmin, oppilaille voidaan luoda aiempaa yhdenvertaisemmat oppimisen mahdollisuudet, joiden avulla voidaan taata, etteivät oppimisen vaikeuksia enää katsota johtuvaksi oppijasta, vaan opetusohjelman sopimattomuudesta, jota voidaan helposti muokata.

Lähteet

Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50, s. 179-211

Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science & Technology Education*, 6(1), s. 63-71

Alemi, M., Meghdari, A. & Ghazisaedy, M. (2015). The Impact of Social Robotics on L2 Learners' Anxiety and Attitude in English Vocabulary Acquisition. *International Journal of Social Robotics*, 7, s. 523.

Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Towards a Unifying Theory of Behavioral Change. *Psychological Review*, 84(2), s. 191-215

Beach, D. & Pedersen, R. B. (2019). *Process tracing methods: foundations and guidelines*. University of Michigan press 2013.

Bengtsson, B. & Ruonavaara, H. (2011). Comparative Process Tracing in Housing Studies. *International Journal of Housing Policy*, 11(4), s. 395-414

Broadbent, E., Tamagawa, R., Kerse, N., Knock, B., Patience, A. & MacDonald, B. (2009). Retirement home staff and residents' preferences for healthcare robots. The 18th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication, Japan, Sep 27 – Oct 2, 2009.

Burton, D. (2000) *Research Training for Social Scientists*. Sage Publications, London

Chang, C. W., Lee, J. H., Chao, P. Y., Wang, C. Y., & Chen, G. D. (2010). Exploring the possibility of using humanoid robots as instructional tools for teaching a second language in primary school. *Educational Technology & Society*, 13(2), s. 13–24.

Chambers, S. M., Hardy, J. C., Smith, B. J., Sienty, S. F. (2003). Personality Indicators and Emergency Permit Teachers' Willingness to Embrace Technology. *Journal of Instructional Psychology*, 30(3), s. 185-188.

Chen, S. & Li, S. (2010). Consumer adoption of e-service: Integrating technology readiness with the theory of planned behavior. *African Journal of Business Management*, 4(16), s. 3556-3563

Chin, K., Hong, Z. & Chen, Y. (2014). Impact of Using an Educational Robot-Based Learning System on Students' Motivation in Elementary Education. *IEE Transactions of Learning Technologies*, 7(4)

Compeau, D. R. & Higgins, C. A. (1991). A social cognitive theory perspective on individual reactions to computing technology. *International Conference on Information Systems, Proceedings*, 55.

Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), s. 319-340

Davis, R., Campbell, R., Hildon, Z., Hobbs, L. & Michie, S. (2015). Theories of behavior and behavior change across the social and behavioral sciences: a scoping review, *Health Psychology Review*, 9(3), s. 323-344

Davis, R. D., Bagozzi, R. D. & Warshaw, P. R. (1992). Extrinsic and Intrinsic Motivation to Use Computers in the Workplace. *Journal of Applied Social Psychology*, 22(14)

Donaldson, R. L. (2011). Student Acceptance of Mobile Learning. *Florida State University Libraries, Electronic Theses Spring Semester 2011*.

Dusick, D. M. (1998) What social cognitive factors influence faculty members' use of computers for teaching? A literature review. *Journal of Research on Computing in Education; Washington*, 31(2)

Eckhardt, A., Laumer, S. & Weitzel, T. (2009). Who influences whom? Analyzing workplace referents' social influence on IT adoption and non-adoption, *Journal of Information Technology*, 24(1), s. 11–24

Eguchi, A. (2010). What is educational robotics? Theories behind it and practical implementation. In D. Gibson & B. Dodge (edit.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2010*, s. 4006-4014. Chesapeake, VA: AACE.

Eguchi, A. (2014). Educational Robotics for Promoting 21st Century Skills. *Journal of Automation, Mobile Robotics & Intelligent Systems*, 8(1)

Fishbein, M. & Ajzen, I. (1975). *Belief, Attitude, Intention, and Behavior: An Introduction to Theory and Research* Reading, MA: Addison-Wesley.

Fishbein, M. & Ajzen, I. (1977). Attitude behavior relations: A theoretical analysis and review of Empirical Research. *Psychological Bulletin*, 84(5), s. 8-918

Fisher, W. A., Fisher, J. D. & Rye, B. J. (1995). Understanding and Promoting AIDS-Preventive Behavior: Insights from the Theory of Reasoned Action. *Health Psychology*, 14(3)

Fitzmaurice, J. (2005). Incorporating consumers' motivations into the theory of reasoned action. *Psychology & Marketing*, 22(11) Fulk, J. (1993). Social Construction of Communication Technology. *The Academy of Management Journal*, 36(5), s. 921-950

George, A. & Bennett, A. G. (2004). *Case Studies and Theory Development in the Social Sciences*. MIT Press; Cambridge

Godin, G. & Kok, K. (1996). The theory of Planned Behavior: A review of Its Applications to Health-related Behaviors. *American Journal of Health Promotion*, 11(2), s. 87-98

Gollwitzer, P. M. & Sheeran P. (2006). Implementation intentions and goal achievement: A meta-analysis of effects and processes. *Advances in Experimental Social Psychology*, 38, s. 69-119

Han, H., Hsu, L. & Sheu, C. (2010). Application of the Theory of Planned Behavior to green hotel choice: Testing the effect of environmental friendly activities. *Tourism Management*, 31(3), s. 325-334

Hansen, T. & Jensen, J. M. (2008). Understanding Voters' Decisions: A Theory of Planned Behaviour Approach. *Innovative Marketing*, 3(4)

Jairak, K., Praneetpolgrang, P. & Mekhabunchakij, K. (2009). An Acceptance of Mobile Learning for Higher Education Students in Thailand. Special Issue of the *International Journal of the Computer, the Internet and Management*, 17(SP3)

Jawad, H. H. M. & Hassan, Z. B. (2013). Applying Utaut to Evaluate the Acceptance of Mobile Learning in Higher Education in Iraq. *International Journal of Science and Research*, 4(5)

Jung, J., Chan-Olmsted, S., Park, B. & Kim, Y. (2011). Factors affecting e-book reader awareness, interest and intention to use. *New Media Society*, 14

Kaarakainen, M., Kaarakainen, S., Tanhua-Piiroinen, E., Viteli, J., Syvänen, A. & Kivinen, A. (2016). Digiajan peruskoulu 2017, Tilannearvio ja toimenpidesuosituksset. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 72/2017. Helsinki: VNK.

Koivumäki, T., Ristola, A. & Kesti, M. (2008). The perceptions towards mobile services: An empirical analysis of the role of use facilitators, *Personal & Ubiquitous Computing*, 12(1), s. 67–75

Laumer, S., Maier, C., Eckhardt, A., Weitzel, T. (2015). User personality and resistance to mandatory information systems in organizations: a theoretical model and empirical test of dispositional resistance to change. *Journal of Information Technology; London*, 31(1), s. 67-82

Lee, J., Cerreto, F. A. & Lee, J. (2010). Theory of planned behavior and teachers' decisions regarding use of educational technology. *Journal of Educational Technology & Society*, 13(1), s. 152-164

Lepper, M. R., Greene, D. & Nisbett, R. E. (1973). Undermining childrens instinct interest with extrinsic reward: A test of overjustification hypothesis. *Journal of Personality and Social Psychology*, 28, s. 129-137

Lin, C., Shih, H. & Sher, P. J. (2007). Integrating Technology Readiness into Technology Acceptance: The TRAM Model. *Psychology & Marketing*, 24(7), s. 641–657

Lin, P., Lu, H., Liu, S. (2013). Towards an Education behavioral intention model for e-learning systems: an extension of UTAUT. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 47(3)

Mahoney, J. (2012) The Logic of Process Tracing Tests in the Social Sciences. *Sociological Methods & Research*, 41(4)

Mishra, D., Akman, I. & Mishra, A. (2014). Theory of Reasoned Action application for Green Information Technology acceptance. *Computers in Human Behavior*, 36, s. 29-40

Mubin, O., Stevens, J. C., Shahid, S., Mahmud, A. A. & Dong, J. (2013). A review of the applicability of robots in education. *Journal of Technology in Education and Learning*, 1, s. 1-7

Mustonen-Ollila, E. & Lyytinen, K. (2003). Why organizations adopt information system process innovations: a longitudinal study using Diffusion of Innovation theory. *Info Systems Journal*, 13, s. 275-297

Nassoura, A. B. (2013). Students Acceptance of Mobile Learning for Higher Education in Saudi Arabia. *International Journal of Learning Management Systems*, 1(1), s. 1-9

Open Science Collaboration (2015). Estimating the reproducibility of psychological science. *Science*, 349(6251)

Tanhua-Piironen, E., Kaarakainen, S., Kaarakainen, M., Viteli, J., Syvänen, A. & Kivien, A. (2019). Digiajan peruskoulu. Valtioneuvoston selvitys ja tutkimustoiminnan julkaisusarja, 6/2019, Valtioneuvoston kanslia

Oreg, S. (2003). Resistance to Change: Developing an Individual Differences Measure. *Journal of Applied Psychology*, 88(4), s. 680–693

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Computers, Children and Powerful Ideas*. NY: Basic Books.

Parasuraman, A. (2000). Technology readiness index (TRI): A multiple-item scale to measure readiness to embrace new technologies. *Journal of Service Reserch*, 2, s. 307-320

Petty, R. E. & Cacioppo, J. T. (1981). *Attitudes and persuasion: Classic and contemporary approaches*. Dubuque, AI: Wm. C. Brown.

Phillips, R. B. (1973). Teacher Attitude as Related to Student Attitude and Achievement in Elementary School Mathematics. *School of Mathematics and Science*, 73(6)

Piaget, J. (1988). *Lapsi maailmansa rakentajana*. Suom. Saara Palmgren. Porvoo: WSOY

Reich-Stiebert N., Eyssel F. (2016). Robots in the Classroom: What Teachers Think About Teaching and Learning with Education Robots. *International Conference on Social Robotics*, s. 671-680

Roberto, A. J., Krieger, J. L., Katz, M. L., Goei, R. & Jain, P. (2014). Predicting Pediatricians' Communication with Parents About the Human Papillomavirus (HPV) Vaccine: An Application of the Theory of Reasoned Action. *Health Communication*, 26(4), s. 303–312.

Rogers, E. M. (1995). Diffusion of Innovations: Modifications of a Model for Telecommunications. *Die Diffusion von Innovationen in der Telekommunikation*, s. 25-38

Rokeach, M. (1973). *The nature of human values*. New York: Free Press.

Serholt, S., Barendregt, W., Leite, I., Hastie, H., Jones, A., Paiva, A., Vasalou, A. & Castellano, G. (2014). Teachers' Views on the Use of Empathic Robotic Tutors in the Classroom. *The 23rd IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*. August 25-29,

Stafford, R. Q., MacDonald, B. A., Jayawardena, C., Wegner, D. M. & Broadbent, E. (2014). Does the robot have a mind? Mind perception and attitudes towards robots predict use of an eldercare robot. *International Journal of Social Robotics* 6(1), s. 17-32

Sun, Y., & Jeyaraj, A. (2013). Information technology adoption and continuance: A lognital study of individual' behavioral intentions. *Information & Management*, 50(7), s. 457-465

Svenson, O. (1979). Process descriptions of decision making. *Organizational Behavior and Human Performance*, 23(1), s. 86-112

Tajfel, H. & Turner, J. C. (1986). *The social identity theory of intergroup relations*. Psychology of intergroup relations, 2nd edition. Chicago: Nelson-Hall

Tannenwald, N. (2015). Process Tracing and Security Studies. *Security Studies*, 24(2), s. 219-227

Taylor, S. & Todd, P. A. (1995). Understanding information technology usage: a test of competing models. *Information system research* 6(2), s. 144-176

Thompson, R. L., Higgins, C. A. & Howell, J. M. (1991). Personal Computing: Toward a Conceptual Model of Utilization. *MIS Quarterly*, 15(1), s.125-143

Van Evera, S. (1997). *Guide to Methods for Students of Political Science*. Ithaca, NY: Cornell University Press.

Varney M. W., Janoudi, A., Aslam, D. M., & Graham, D. (2012). Building young engineers: TASEM for third graders in Woodcreek Magnet Elementary School. *IEEE Trans Education*, 55(1), s. 78-82

Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis G. B. & Davis F. D. (2003). User Acceptance of Information Technology: Towards a Unified View. *MIS Quarterly*, 27(3), s. 425-478

Venkatesh, V., Thong, J.Y.L. & Xu, X. (2012). Consumer Acceptance and Use of Information Technology: Extending the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology. *MIS Quarterly*, 36(1), s. 157–178

Vennesson, P. (2008). Case studies and process tracing: Theories and practices. In D. Della Porta & M. Keating (Edit.), *Approaches and methodologies in the social sciences: A pluralist perspective* s. 223–240. Cambridge, MA: Cambridge University Press.

Womble, J. C. (2007). *E-learning: The relationship among learner satisfaction, self-efficacy, and usefulness*. Alliant International University, San Diego.